



MINISTERIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTEGRADO EM ZOOTECNIA NOS TRÓPICOS

RAYTANE CHAVES OLIVEIRA DIAS

**DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E DA CARNE E ANÁLISE
FINANCEIRA DOS MODELOS DE PRODUÇÃO “BOI CHINA” E “CARNE
PREMIUM”**

Parauapebas-PA

Julho/2024

RAYTANE CHAVES OLIVEIRA DIAS

**DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E DA CARNE E ANÁLISE
FINANCEIRA DOS MODELOS DE PRODUÇÃO “BOI CHINA” E “CARNE
PREMIUM”**

Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia Reunida – UFRA, como parte das exigências do curso de Pós-graduação em Zootecnia nos trópicos: área de concentração Produção animal, Linha de pesquisa Tecnologias para produção animal no bioma Amazônia, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. *D.Sc.* Rafael Mezzomo

Parauapebas-PA

Julho/2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- O48d Oliveira-Dias, Raytane Chaves
Desempenho, Características de Carcaça e da Carne e Análise Financeira dos Modelos de Produção Boi
China e Carne Premium / Raytane Chaves Oliveira-Dias. - 2024.
64 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Programa de PÓS-GRADUAÇÃO em Produção Animal na AMAZÔNIA
(PPGPAA), Campus Universitário de Parauapebas, Universidade Federal Rural Da Amazônia,
Parauapebas, 2024.
Orientador: Prof. Dr. Rafael Mezzomo
1. Angus. 2. Maciez. 3. Nelore. 4. Qualidade. 5. Ruminante. I. Mezzomo, Rafael , *orient.* II. Título
-

338.17621109811

CDD

RAYTANE CHAVES OLIVEIRA DIAS

**DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA E DA CARNE E ANÁLISE
FINANCEIRA DOS MODELOS DE PRODUÇÃO “BOI CHINA” E “CARNE
PREMIUM”**

Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia Reunida – UFRA, como parte das exigências do curso de Pós-graduação em Zootecnia nos trópicos: área de concentração Produção animal, Linha de pesquisa Tecnologias para produção animal no bioma Amazônia, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. *D.Sc.* Rafael Mezzomo

Data de aprovação: 19/07/2024

BANCA EXAMINADORA:

Documento assinado digitalmente
 **RAFAEL MEZZOMO**
Data: 30/08/2024 11:55:33-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Rafael Mezzomo (Orientador)
Universidade Federal Rural da Amazônia Reunida – UFRA

Documento assinado digitalmente
 **PEDRO VEIGA RODRIGUES PAULINO**
Data: 03/09/2024 18:12:02-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Pedro Veiga Rodrigo Paulino
Cargill Animal Nutrition

Documento assinado digitalmente
 **LUIS GABRIEL ALVES CIRNE**
Data: 30/08/2024 13:52:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Luís Gabriel Alves Cirne
Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA

“Ao meu Deus de milagres, que preparou cada detalhe para que este grande sonho se concretizasse”.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela vida, e por me dar força e coragem para realizar mais um grande sonho, transformando o impossível em realidade. “Não fui eu que ordenei a você? Seja forte e corajoso! Não se apavore nem desanime, pois o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar” (Josué 1:9).

Agradeço à minha família, que sempre foi minha base sólida e me ofereceu um apoio incondicional, permitindo-me alcançar tudo o que me foi proposto, cada um com suas particularidades: meu esposo, pela compreensão, trabalho e dedicação à família; minhas filhas, como fonte de inspiração; e meus pais, como uma forma de honrá-los. Gratidão família.

Realizei pesquisas, me envolvi com a ciência, fiz novos amigos a cada semestre e recebi muito apoio dos colegas da pós-graduação. Compartilhei casa, comida, trabalhos, sorrisos e, às vezes, momentos de ansiedade e choro, mas vencemos juntos até aqui. Enfim, sou grata a todos e peço que Deus abençoe a cada um, mil vezes mais.

Agradeço a todos os doutores que me conduziram ao conhecimento, especialmente aos meus professores da pós-graduação que sempre me ofereceram excelentes ensinamentos. Durante o mestrado, aprendi o verdadeiro significado da palavra "humano". Além de ter acesso a conhecimentos científicos, fui muito respeitada como pessoa e tratada de igual para igual. Em todo momento, senti-me em um ambiente onde havia liberdade para gerar discussões e adquirir o saber. Minha gratidão à Dra. Daiany Iris, Dr. Raylon Maciel, Dra. Gabriela Coelho, Dr. Luciano Fernandes, Dra. Fabrícia Miotto e Dr. João Vendramini, entre outros.

Agradeço profundamente as valiosas parcerias que tornaram este experimento possível. Em especial, à renomada família Paulinelli - Sr. Umberto, Sra. Roberta e Sr. João Paulinelli, proprietários do Confinamento JP e do Frigorífico Rio Maria. Minha gratidão a empresa Cargill Nutrição Animal e ao seu Gerente Global de Tecnologia de Bovinos de Corte, Dr. Pedro Veiga, por apoiar integralmente o experimento e por sugerir um tema de pesquisa inovador, que trouxe uma contribuição significativa ao mercado de carne bovina brasileira. Agradeço também a todos os colaboradores dessas empresas, cujo auxílio foi essencial para o desenvolvimento deste projeto de dissertação.

Por fim, e não menos importante, agradeço ao meu grande orientador, Dr. Rafael Mezzomo. Na nossa primeira reunião, ainda online, ele já me garantiu que estaria ao meu lado do começo ao fim, até eu pegar meu diploma de mestre. Ele cumpriu essa promessa e muitas

outras, estando presente, mesmo à distância, diante dos meus medos e nervosismos com os imprevistos, e sempre me tranquilizava com calma e palavras como: “Tudo bem!”, “Bola pra frente!” e “Vira esta página, já passou!”. Sou grata a Deus por ter colocado uma pessoa tão humana como meu orientador no mestrado. Além de me guiar na jornada acadêmica, ele também me mostrou como lidar em diversas situações da vida. Obrigada, professor Mezzomo, por fazer a diferença.

RESUMO

A progressiva produção de carne bovina no Brasil está acompanhada do aumento da competitividade do mercado. Diante disso, observa-se a necessidade de diferenciação do produto cárneo a ser comercializado. Assim, objetivou-se avaliar dois modelos de produção de bovinos terminados em confinamento sendo: “Boi China” e “Carne Premium”. Estudou-se o desempenho animal, características de carcaça, e da carne e análise financeira em cada modelo de produção de bovinos. Foram utilizados 1038 bovinos confinados em 10 baias, em que a baía foi a unidade experimental. Avaliou-se dois diferentes modelos de produção de bovinos: (1) “Boi China”: bovinos machos Nelore inteiros e abatidos aos 24 meses de idade. (2) “Carne Premium”: bovinos fêmeas F1 50% Angus x 50% Nelore e abatidas aos 18 meses de idade. Os dois sistemas de terminação tiveram o mesmo ($p>0,05$) ganho de peso médio diário, consumo de matéria seca em kg/dia e eficiência alimentar. O consumo de matéria seca em percentual de peso corporal e período de confinamento foram maiores ($P<0,05$) para a “Carne Premium”. O “Boi China” apresentou maior ($P<0,05$) peso de carcaça final, ganho médio diário de carcaça e rendimento de carcaça e, maior área de olho de lombo. Em relação a qualidade da carne, a “Carne Premium” teve melhor marmoreio e coloração ($p<0,05$), no entanto, e menor força de cisalhamento. Referente ao financeiro, o “Boi China” apresentou menor ($p<0,05$) custo operacional total e custo por quilo de carcaça produzido. Contudo, os dois modelos de produção foram iguais ($p>0,05$) para custo da arroba produzida, custo total e receitas líquidas, quando considerada a bonificação para cada modelo de produção. A “Carne Premium” apresenta melhor qualidade de carne (marmoreio e maciez). Os modelos de produção apresentam mesma receita líquida quando a bonificação ofertada é de 5% para “Boi China” e 12% para “Carne Premium”. Sem bonificação, a produção de “Boi China” é mais viável economicamente.

Palavras-chave: Angus; maciez; Nelore; qualidade; ruminante.

ABSTRAT

The progressive production of beef in Brazil is accompanied by increased market competitiveness. In view of this, there is a need to differentiate the meat product to be marketed. Thus, the objective was to evaluate two production models for cattle finished in confinement: “China Ox” and “Premium Beef”. Animal performance, carcass and meat characteristics, and financial analysis were studied in each cattle production model. A total of 1038 cattle confined in 10 pens were used, in which the pen was the experimental unit. Two different cattle production models were transferred: (1) “China Ox”: entire male Nellore cattle slaughtered at 24 months of age. (2) “Premium Beef”: female F1 cattle 50% Angus x 50% Nellore and slaughtered at 18 months of age. The two finishing systems presented the same ($p>0.05$) average daily weight gain, dry matter intake in kg/day and feed efficiency. Dry matter intake as a percentage of body weight and confinement period were higher ($P<0.05$) for “Premium Beef”. “China Ox” presented higher ($P<0.05$) final carcass weight, average daily carcass gain and carcass yield, and larger loin eye area. Regarding meat quality, “Premium Beef” presented better marbling and color ($p<0.05$), but with lower shear force. Regarding financial aspects, “China Ox” presented lower ($p<0.05$) total operating cost and cost per kilo of carcass produced. However, the two production models were equal ($p>0.05$) for cost per arroba produced, total cost and net revenue, when considering the bonus for each production model. “Premium Beef” presents better meat quality (marbling and tenderness). The production models show the same net revenue when the bonus offered is 5% for “China Ox” and 12% for “Premium Beef”. Without the bonus, the production of “Chinese beef” is more economically viable.

Keywords: Angus; tenderness; Nellore; quality; ruminant.

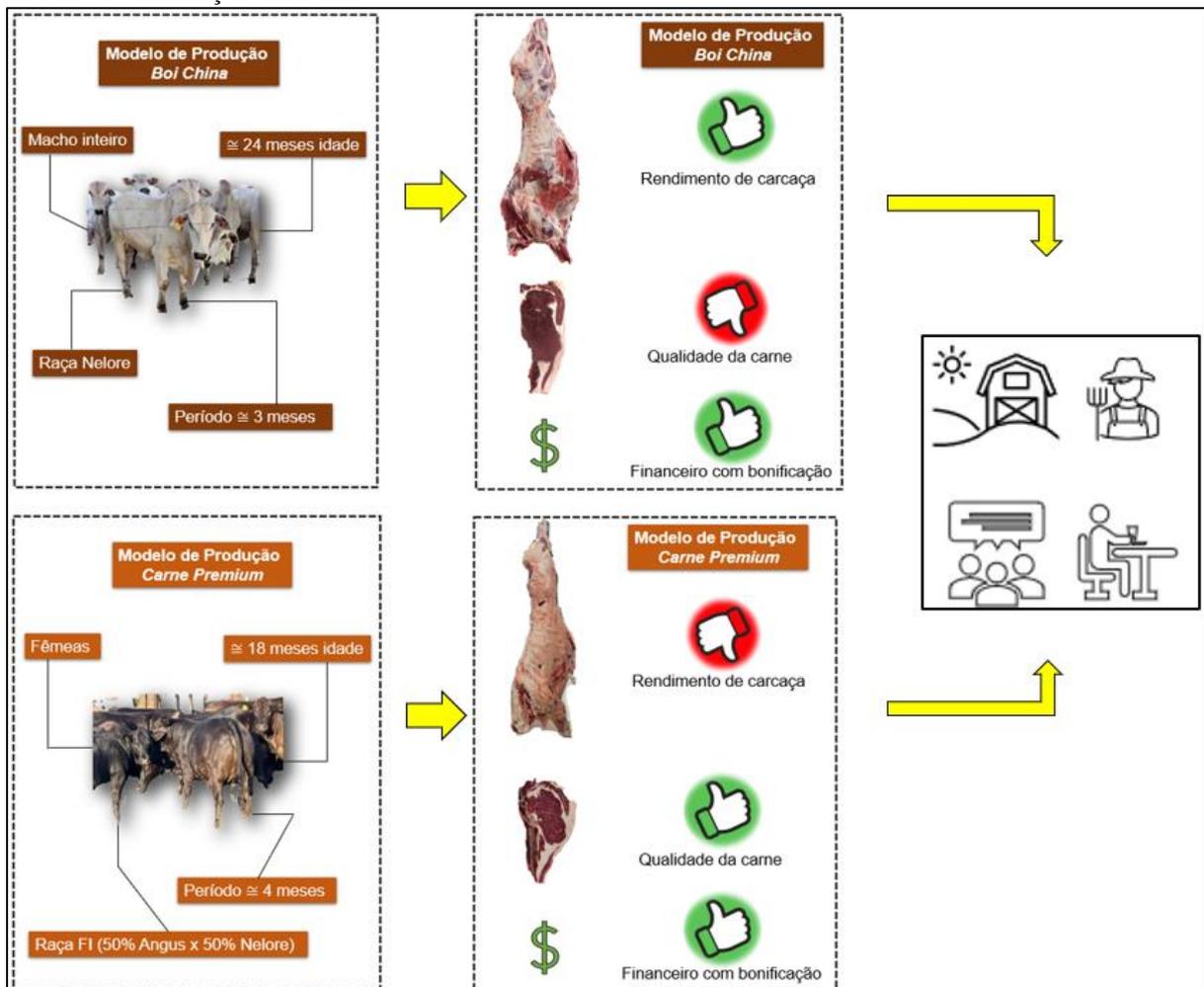
RESUMO INTERPRETATIVO E RESUMO GRÁFICO

Desempenho, características de carcaça e da carne e análise financeira dos modelos de produção “Boi China” e “Carne Premium”

Elaborado por **Raytane Chaves Oliveira Dias** e orientada por **Rafael Mezzomo**.

O progressivo aumento da produção de carne bovina no Brasil está acompanhado do aumento da competitividade do mercado, e necessidade de diferenciação do produto cárneo a ser comercializado. Desta maneira, os sistemas de produção têm-se adequado para atender os critérios de diferentes nichos de mercados, como a carne “Boi China”, e nicho de alta exigência nas características qualitativas, como a “Carne Premium”. Foram avaliados dois diferentes modelos de terminação de bovinos: (1) “Boi China” e (2) “Carne Premium”. Com base nos resultados obtidos, o modelo de produção “Boi China” apresentou maior rendimento de carcaça, e conseqüentemente maior peso de carcaça final. A “Carne Premium” apresentou melhor qualidade de carne (marmoreio e maciez). Os modelos de produção apresentaram mesma receita líquida quando a bonificação ofertada é de 5% para “Boi China” e 12% para “Carne Premium”. Sem bonificação, a produção de “Boi China” é mais viável economicamente.

Figura - Características de Carcaça, qualidade da carne, e viabilidade financeira com bonificação, dos diferentes modelos de terminação de bovinos.



LISTA DE ILUSTRAÇÕES

REVISÃO DE LITERATURA:

Figura 1 - Exemplo de “Selo Oficial de Qualidade de Carcaça Bovina e Bubalina”	21
Figura 2 - Classificação da qualidade da carne bovina do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos - USDA.....	21
Figura 3 - Esquema representativo da Localização do Músculo <i>Longissimus</i>	23
Figura 4 - Classificação de marmoreio do Meat Standards Austrália - MSA.....	24
Figura 5 - Método de papel vegetal para mensurar Área de Olho de Lombo.....	26
Figura 6 - Local para medição de espessura de gordura, no musculo <i>Longissimus</i>	27
Figura 7 - Classificação de cor da carne do Sistema de Classificação e Tipificação de Carcaças de Bovinos e Bubalinos - CLASSIBOV.....	31
Figura 8 - Classificação de cor da gordura subcutânea do CLASSIBOV.....	31

ARTIGO:

Figura 1 - Composição do custo total em percentual, dos modelos de produção “Boi China” e “Carne Premium”	51
---	----

LISTA DE TABELAS

REVISÃO DE LITERATURA:

Tabela 1 - Classificação de score de acabamento de carcaça.....	22
Tabela 2 - Classificação de marmoreio de carne bovina do CLASSIBOV.....	24
Tabela 3 - Classificação da Maturidade bovina do CLASSIBOV.....	25
Tabela 4 - Classificação de carcaças pelo acabamento de gordura do CLASSIBOV.....	26
Tabela 5 - Rendimentos esperados de cortes primários e cortes totais dos USDA.....	28
Tabela 6 - Classificação de potencial Hidrogeniônico (pH).....	30

ARTIGO:

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes e a composição química da dieta.....	44
Tabela 2 - Desempenho e características da carcaça, em modelos de produção para comercialização de “Boi China” e “Carne Premium”	49
Tabela 3 - Características físico-químicas da carne, em modelos de produção de “Boi China” e “Carne Premium”	50
Tabela 4 - Avaliação financeira dos modelos de produção de “Boi China” e “Carne Premium”	52

SUMÁRIO

1	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
1.1	Panorama da produção de carne bovina no brasil	16
1.2	“Boi China” e “Carne Premium”	17
1.3	Influência da genética sobre o desempenho.....	18
1.4	Desempenho de bovinos	19
1.5	Características qualitativas e quantitativas da carcaça e carne.....	20
1.5.1	Marmoreio	23
1.5.2	Maturidade.....	24
1.5.3	Área de Olho de Lombo.....	25
1.5.4	Espessura de Gordura Subcutânea	26
1.5.5	Classificação do rendimento.....	27
1.6	Características físico-química da carne	28
1.6.1	Potencial Hidrogeniônico (pH)	29
1.6.2	Coloração.....	30
1.6.3	Maciez.....	31
1.7	Classificação da carne bovina brasileira	32
1.8	Considerações finais	33
	REFERÊNCIAS	35
2	INTRODUÇÃO	41
3	MATERIAL E MÉTODOS	43
3.1	Tratamentos experimentais, animais e dieta	43
3.2	Análises de ingredientes para rações	45
3.3	Avaliação do desempenho animal	45
3.4	Avaliação da carcaça bovina.....	46
3.5	Medições e coletas de amostras.....	46
3.6	Análise da carne	47
3.7	Análise financeira	48
3.8	Análise estatística	48
4	RESULTADOS	49
4.1	Consumo, desempenho e características da carcaça	49
4.2	Qualidade da carne.....	50

4.3	Viabilidade financeira	51
5	DISCUSSÃO	53
5.1	Desempenho e qualidade da carcaça	53
5.2	Qualidade da carne	54
5.3	Viabilidade financeira	57
6	CONCLUSÃO.....	59
	REFERÊNCIAS	60

CARNE BOVINA BRASILEIRA DE QUALIDADE: METODOS PARA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO, DA CARÇAÇA E DA CARNE

Raytane Chaves Oliveira Dias; Rafael Mezzomo; *et al.*

RESUMO

A crescente demanda mundial por carne bovina tem estimulado o Brasil a investir em práticas de produção mais eficientes, em vista disso a tendência é que os pecuaristas optem pela terminação dos bovinos em sistemas intensivos, levando, ainda, em consideração as oportunidades do mercado internacional por esta fonte de proteína de qualidade. A criação de bovinos Nelore no Brasil foi adaptada para atender a demanda do mercado chinês, surgindo o termo “*Boi China*”. A “*Carne Premium*” agrega valor devido a aparência dos cortes nobres com marmoreio e espessura da gordura adequada. Assim, com o intuito de padronizar a carne brasileira, de forma voluntária pela indústria, o Ministério da agricultura, Pecuária e Abastecimento, instituiu o Sistema brasileiro de “Classificação e Tipificação de Carcaças de Bovinos e Bubalinos”. Para isso, se faz necessário entender sobre os métodos de avaliação da carcaça e da carne, que ainda não são completamente difundidos no país. Diante disso, o objetivo deste estudo foi discorrer sobre a avaliação da carne bovina brasileira de qualidade, ressaltando métodos utilizados para avaliação do desempenho animal, e das características da carcaça e da carne. O CLASSIBOV envolve avaliações em carcaça quente: peso, maturidade, sexo, e espessura de gordura subcutânea. Outras avaliações ocorrem na carcaça fria: marmoreio, e os requisitos eliminatórios de pH, coloração de gordura e da carne. A qualificação da carne brasileira, agrega valor ao produto, facilita a decisão do consumidor sobre qual qualidade de carne prefere, e possibilita o criador de bovinos receber gratificações de acordo com a qualidade da carcaça produzida. Portanto, a adoção de estratégias para aprimorar os sistemas de produção de carne bovina, pode impactar consideravelmente a qualidade do produto final. No que diz respeito aos métodos de avaliação, existem diversas abordagens complexas disponíveis. Contudo, a implementação CLASSIBOV poderia resultar na padronização da qualidade da carne brasileira, e diferentes modelos de produção de carne bovina podem ser explorados. Nessa perspectiva, o “*Boi China*” e “*Carne Premium*”, são estratégias promissoras para diversificar a produção e aumentar a receita da fazenda.

Palavras-chave: Classificação, Produto, qualidade, ruminante.

1 REVISÃO DE LITERATURA

A crescente demanda mundial por carne bovina tem estimulado o Brasil a investir e modernizar os sistemas de produção a fim de torná-los mais eficientes, assim, em vista disso, a tendência é que os pecuaristas optem pela terminação dos bovinos em sistemas intensivos, levando, ainda, em consideração as oportunidades do mercado internacional por esta importante fonte de proteína de qualidade.

A China é a principal importadora de carne bovina do Brasil. Em 2023 foi responsável por 67,70 % do mercado internacional, 1.196,104 mil toneladas. Enquanto as exportações de carne bovina para os Estados Unidos seguem na segunda posição 138,669 mil toneladas, e Hong Kong em terceiro lugar do ranking 119,019 mil toneladas (ABIEC, 2024). A agroindústria de frigoríficos, além de buscar oferecer produtos de maior qualidade e vida útil, tem-se adequadamente para atender os critérios de diferentes nichos de mercados, como a carne “*Boi China*”, e nicho de alta exigência nas características qualitativas da carne bovina, como a “*Carne Premium*”.

Desta forma, tanto a produção, quanto o consumo interno e exportação de “*Carne Premium*” brasileira, tem avançado. O volume de “*Carne Premium*” exportada chegou a 1.35 mil toneladas nos primeiros 10 meses de 2022, foi registrado aumento de 69,42% pela Associação Brasileira de Angus, ABA (2022) atendendo cerca de 15 países. Em 2022 os principais importadores de Carne Certificada Angus foram do mercado Asiático e Europeu, tendo como destaque maior comprador novamente a China com preferência de cortes do dianteiro da carcaça (ABA, 2023).

Com o intuito de padronizar a carne brasileira, de forma voluntária pela indústria, o Ministério da agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (2022), instituiu o sistema brasileiro de “Classificação e Tipificação de Carcaças de Bovinos e Bubalinos” (CLASSIBOV), que utiliza como base para as avaliações o programa de avaliação de qualidade de carne “Padrões de Carne Austrália” da Austrália (MSA, 2018). Ao receber o “Selo Oficial de Qualidade de Carcaça Bovina e Bubalina” no produto cárneo, possibilita-se diversas vantagens, como agregar valor ao produto, facilita a decisão do consumidor sobre qual qualidade de carne prefere, e possibilita o criador de bovinos receber gratificações de acordo com a qualidade da carcaça produzida.

Os métodos de avaliação da carcaça e carne ainda não são completamente difundidos no país. Sendo assim, se faz necessário apresentá-los, abordando outros métodos de avaliação de carcaça e carne mais conceituados, como programa dos Estados Unidos da América,

“Qualidade e rendimento da carne bovina - USDA” e da Austrália, “programa de avaliação de qualidade de carne - AUS-MEAT”. Diante desse contexto, o objetivo deste estudo foi discorrer sobre a avaliação da carne bovina brasileira de qualidade, ressaltando métodos utilizados para avaliação do desempenho animal, e das características da carcaça e da carne.

1.1 Panorama da produção de carne bovina no Brasil

O Brasil é considerado “o celeiro do mundo” na produção de alimentos, sendo o maior exportador de carne bovina (ABIEC, 2023), e razão, provavelmente, de avanços na produção. Houve notável aumento nas exportações de carne bovina em 2023, alcançando 2,01 milhões de toneladas, simultaneamente, ocorreu diminuição de 19,8% no preço médio da arroba (IBGE, 2024). De acordo com a Secretaria de Comércio Exterior, o setor agropecuário apresentou queda de 9,9% nas exportações, totalizando US\$ 5,64 bilhões, até a quarta semana de março de 2024. No entanto, apesar da queda geral nas exportações, verificou-se aumento de 52,1% nas exportações de carne bovina fresca, refrigerada ou congelada (SECEX, 2024), no qual, a China é o maior comprador de carne bovina do Brasil, e, possivelmente, a indústria tem garantido, devido aos trabalhos dos produtores, o padrão estabelecido da “*Carne Boi China*”.

A produção de carne segue evoluindo, em que, bovinos abatidos sob algum tipo de serviço de inspeção sanitária no Brasil atingiu 34.060.617 cabeças no ano de 2023, resultando em aumento de 13,73% em comparação com o ano anterior (IBGE, 2024), atingindo volume total de 8,95 milhões de toneladas, sendo o segundo maior registro já documentado (IBGE, 2024). O crescente número de bovinos abatidos no Brasil deixa claro que a intensificação dos sistemas de produção é necessária para obter maior produtividade, ou seja, produzir mais arrobas em menor tempo e espaço possível, mantendo a qualidade do produto, além, de contribuir para o crescimento do agronegócio.

A intensificação dos sistemas de produção não se refere apenas ao aumento dos números de bovinos confinados e terminação intensiva a pasto (TIP), mas, também, na expansão da genética de animais europeus na produção de carne brasileira. De acordo com a Associação Brasileira Angus dentro do período de 10 meses do ano de 2022, cerca de 365 mil bovinos da raça Angus certificados, foram abatidos, havendo incremento de 20,32%, relacionados ao mesmo período no ano anterior (ABA, 2023). Os produtores estão cada vez mais empenhados a entregar bovinos padronizados com maior precocidade e maior peso,

permitindo que a indústria possa aproveitar as carcaças premium desde o traseiro ao dianteiro, registrando novos cortes com certificação de “*Carne Premium*”.

1.2 “*Boi China*” e “*Carne Premium*”

A carne “*Boi China*”, está relacionada com o sistema de produção do animal, onde a criação de bovinos Nelore no Brasil foi adaptada para atender a demanda do mercado chinês, surgindo o termo “*Boi China*”. O principal critério para exportação de carne bovina para a China é o grau de maturidade dos animais, exigindo animais jovens, para isso os pecuaristas têm optado por realizar a terminação de bovino macho inteiro, da raça Nelore, em confinamento, reduzindo a idade de abate do animal. Por meio da dentição a indústria seleciona animais para essa exportação chinesa, sendo permitido de 0 a 4 dentes incisivos permanentes e no máximo 30 meses de idade no momento do abate (MAPA, 2019). Outros critérios exigidos, são: devem ser animais criados em território brasileiro, a maturação da carcaça deve ser em 24 horas acima de 2°C e o pH não deve ultrapassar 5,9 (MAPA, 2015). Então, além do pecuarista e indústria atender as exigências das instruções normativas nacionais, é necessário cumprir o protocolo Brasil-China, que possuem exigências específicas do país importador.

O conceito de “*Carne Premium*” está relacionado também ao modelo de produção dos bovinos, podendo haver introdução de raças europeias, geralmente fêmeas, e tendo a terminação intensiva em confinamentos de animais precoces. A “*Carne Premium*” agrega valor devido a aparência dos cortes nobres com marmoreio e espessura da gordura adequada, o rótulo do produto pode conter maior nível nutricional, atributos a saúde humana, e informações adicionais de rastreabilidade, indicando que o produto é proveniente de locais sem desmatamentos (MARTINO e OURIVES, 2018).

Em busca de produtos de alto padrão no sabor, textura e maciez, consumidores encontram essas características na carne classificada como “*Carne Premium*”. A carne oriunda da raça Angus e seus cruzamentos têm a qualidade garantida por técnicos da Associação Brasileira Angus, mediante certificações que o produto recebe na embalagem, tendo como principal função orientar o consumidor da procedência e qualidade do alimento e agregar valor ao produto.

Apesar do cruzamento do Nelore com a raça Angus prevalecer no Brasil, outros padrões raciais podem proporcionar as mesmas características qualitativas, como por exemplo o Hereford (MENDONÇA *et al.*, 2021). Além disso, dentro da própria raça Nelore, existem

várias frentes de melhoramento, buscando encontrar melhora nas características qualitativas de animais Nelore, sem necessariamente realizar cruzamento com raças britânicas (PINHEIRO *et al.*, 2012).

Conforme o aumento da renda *per capita* da população é comum a elevação do consumo de produtos cárneos, com predisposição dos consumidores exigir no quesito cor, maciez, sabor e suculência. Além das características sensoriais da carne, o atual mercado detentor de acesso rápido e fácil as informações, busca alimentos ecologicamente saudáveis, e experiências gastronômicas satisfatórias. Com essa elevada demanda quantitativa e qualitativa do mercado interno e externo, a indústria conseqüentemente impõe-se a aumentar a produção e oferta de variedades de carnes oriundas como do “*Boi China*” e da “*Carne Premium*”.

1.3 Influência da genética sobre o desempenho

A carne bovina brasileira predominantemente é advinda da raça Nelore (*Bos taurus indicus*), devido sua rusticidade e bom desempenho em condições tropicais. O Nelore historicamente apresenta carcaças com características padrão com pouca deposição de gordura subcutânea e intramuscular (OLIVEIRA, MAGNABOSCO e BORGES, 2002). Por outro lado, as raças europeias (*Bos taurus taurus*) vem preenchendo essa lacuna com maiores scores de marmoreio, principalmente quando produzidos em sistemas intensivos, o que proporciona também o abate de animais precoces. Outro ponto que influencia na qualidade da carne é a idade e sexo, principalmente relacionado à maturidade de acabamento, em que fêmeas bovinas apresentam deposição de gordura mais precocemente do que machos inteiros. À exemplo, novilhas F1 (Angus x Nelore) possuem qualidade superior na carne, elevando o sabor e maciez do produto (MUELLER *et al.*, 2019).

Em busca de elevar a qualidade da carne na terminação em confinamentos, no Brasil tem-se observado a frequente introdução de cruzamentos do Nelore com a raça Aberdeen Angus (*Bos taurus taurus x Bos taurus indicus*), devido, além do desempenho, apresentar melhores características de carcaça (OLIVEIRA *et al.*, 2021). A existência de incentivo como bonificações de 10 a 12% para “*Carne Premium*” (ABA, 2023) estimula pecuaristas a buscarem produção mais eficiente, através da introdução da genética do gado europeu, gerando animais com maior peso ao abate, acabamento de gordura na carcaça e marmoreio na carne.

Cruzamento industrial é considerado uma ferramenta comumente utilizada na produção de bovinos no Brasil. Esse conceito refere-se à introdução da genética de bovinos

européus machos por apresentar maior ganho de peso e qualidade da carne (RIBEIRO *et al.*, 2008), como por exemplo as raças Angus x Nelore, o cruzamento entre taurinos e zebuínos. Estudos comprovam que Angus x Nelore cruzados apresentam maior desempenho com elevado ganho de peso, eficiência alimentar, comparados ao Nelore (PEREIRA *et al.*, 2015, FERREIRA *et al.*, 2017). Além do mais, esse cruzamento tem sido requisitado por promover a alta maciez na carne (OLIVEIRA *et al.*, 2021).

Em um país tropical, e com clima quente e úmido no bioma Amazônico, é necessário o sangue de bovinos zebuínos, no qual possuem maior resistência a altas temperaturas (HABEEB, GAD e ATTA, 2018), além de resistências a endo e ectoparasitas. Assim, raças taurinas provenientes da Europa, regiões de clima de baixas temperaturas, ao realizar cruzamento com raças zebuínas amenizam os efeitos negativos ambientais, possibilitando alta performance (PEREIRA *et al.*, 2018). Portanto é entendível a viabilidade da introdução de genética para alta produção de carne, em um comércio cada vez mais exigentes.

1.4 Desempenho de bovinos

O confinamento de bovinos é considerado uma estratégia para intensificar o desempenho animal, uma vez que, promove a redução da idade de abate e aumenta a deposição de gordura na carcaça devido ao aumento do ganho de peso em curto período de tempo. Para mensurar o desempenho de animais de corte e quantificar a produção de carne é necessário registrar o peso inicial e final (PI e PF), desta forma é possível calcular os resultados. É importante calcular o ganho de peso total (GPT), encontrado pela diferença entre o PF e PI (Equação 1), e o ganho médio diário (GMD) a partir da divisão do ganho total pelo período total de confinamento em dias (Equação 2). Ao final do confinamento é possível, ainda, calcular a eficiência alimentar (EA) através da divisão do GMD e consumo de matéria seca, avaliando o percentual (Equação 3).

Bovinos jovens possuem maior eficiência alimentar, ou seja, maior potencial na transformação de alimento em carcaça (ABRAHÃO *et al.*, 2006). As variáveis de eficiência alimentar, assim como o ganho de peso total e médio diário, à medida que aumentam indicam bons resultados.

Ganho de Peso Total: $\text{Peso Final} - \text{Peso Inicial}$ (1)

Ganho Médio diário: $\frac{\text{Ganho de Peso Total (kg)}}{\text{Período (dias)}}$ (2)

Eficiência Alimentar: $\frac{\text{Ganho Médio diário (kg)}}{\text{Consumo (MS/kg)}} \times 100$ (3)

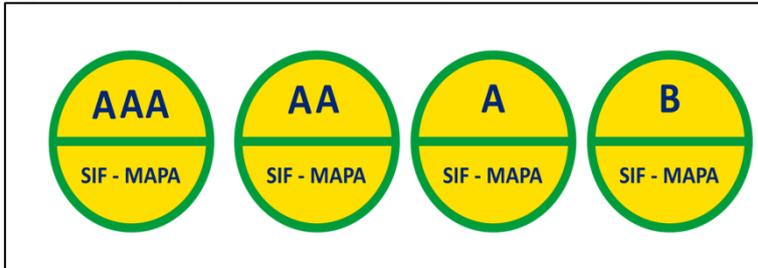
1.5 Características qualitativas e quantitativas da carcaça e carne

No Brasil a classificação da carne do novo sistema CLASSIBOV (Figura 1), está relacionada com o peso, a maturidade, o sexo e a espessura de gordura subcutânea, avaliados na carcaça quente (MAPA, 2022). Outras observações importantes ocorrem na carcaça fria (24 ou 36 horas), como o marmoreio, e os requisitos eliminatórios de pH, coloração de gordura e coloração de carne. Posteriormente é realizada a tipificação, separação das carcaças de acordo com a qualidade de forma hierárquica, em uma escala de 5 categorias, a princípio seleção de 3 níveis, sendo A (ótimo), B (selecionado) e C (comum), conforme enquadramento dos critérios para machos castrados, machos inteiros e fêmeas. As carcaças que receberem o selo tipo A (machos inteiros - A, machos castrados - A, e fêmeas - A), passam por segunda tipificação no selo, indicando qualidade superior de acordo com o sexo, selecionando mais 2 níveis com a relação do Marmoreio relacionando com a Espessura de Gordura Subcutânea, peso e maturidade novamente, sendo reclassificados em 3 categorias: AAA, AA e A (MAPA, 2022).

Por outro lado, o Serviço de Marketing Agrícola do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2017) tem uma interessante classificação opcional para determinação da Qualidade e Rendimento da carne bovina dos USDA (*USDA Beef Quality and Yield Grade*) (TATUM, 1997; HALE, GOODSON, e SAVELL, 2013; KNIGHT, 2017). É possível classificar a qualidade da carcaça em uma escala com 7 graus (*Prime, Choice, Select, Standard, Commercial, Utility e Cutter*), correlacionando a Maturidade da carcaça (idade do animal) junto ao escore de Marmoreio da carne (Figura 2). De acordo com USDA (2023), a categoria Prime oferece carne com marmoreio abundante, intensificando o sabor e a suculência. O Choice, por sua vez, apresenta menos marmoreio, mas mantém qualidade excepcional. Enquanto isso, o Select é reconhecido por sua consistência de qualidade, sendo bastante macio, porém, devido ao menor marmoreio, pode não ser tão suculento. As categorias de qualidade inferiores, como Standard, Commercial, Utility e Cutter, são geralmente destinadas ao processo de moagem ou são utilizadas na produção de produtos

cárneos processados. Por fim, o sistema de avaliação da carcaça bovina da USDA utiliza a Espessura de Gordura Subcutânea (EGS), Área de Olho de Lombo (AOL), e estimava de Gordura Interna (renal, pélvica e cardíaca), para determinar o rendimento da carcaça.

Figura 1 - Exemplo de “Selo Oficial de Qualidade de Carcaça Bovina e Bubalina”.



Fonte: MAPA, 2022.

Figura 2 - Classificação da qualidade e rendimento da carne bovina dos EUA.

Degrees of Marbling	Maturity ²				
	A ³	B	C	D	E
Slightly Abundant	PRIME				
Moderate			COMMERCIAL	COMMERCIAL	
Modest	CHOICE				
Small					
Slight	SELECT		UTILITY	UTILITY	
Traces					
Practically Devoid	STANDARD			CUTTER	

Fonte: Tatum, 1997.

A deposição de gordura no bovino ocorre na seguinte ordem, primeiro a gordura interna (vísceras), depois intermuscular (entre os músculos), e subcutânea (cobertura da carcaça), finalmente ocorre a deposição intramuscular (DUJKOVÁ *et al.*, 2015). É notório o quanto é mais difícil obter o marmoreio no músculo, que garante elevada maciez e sabor da carne, pois a gordura intramuscular é a última a ser depositada. Assim como o marmoreio, a maturidade do animal é um fator que determinam a qualidade da carne produzida, promovendo maior maciez à medida que o animal é abatido mais jovem.

A seleção da carcaça envolve critérios que interferem na qualidade da carne, por exemplo a deposição de gordura subcutânea. Tendo como função promover o isolamento térmico durante a vida do animal, mesmo *post mortem* ela continua exercendo essa função,

mas com outro objetivo durante o resfriamento da carcaça, manter a qualidade da carne prevenindo o encurtamento das fibras musculares, perda de água e escurecimento da carne, devido a exposição ao frio, provocando o efeito “*cold shortening*” (GOMES *et al.*, 2021). Carcaças submetidas a resfriamento muito rápido, a queda da temperatura pode ser mais acelerada do que o declínio do pH, ou seja, no momento que o músculo atinge o início do *rigor mortis* em pH 6. Isso pode resultar no encurtamento do músculo pelo frio (encurtamento do sarcômero), conseqüentemente proporciona carne mais dura (MSA, 2018). Com isso, pouca espessura de gordura subcutânea na carcaça de bovinos (menos do que 3 mm de gordura), ao ser exposta à baixa temperatura antes do *rigor mortis*, pode favorecer o “*cold shortening*” na carne. Por esses motivos a indústria frigorífica no Brasil prefere acabamento de carcaça com espessura de gordura subcutânea maior que 3,0 mm, em uma avaliação subjetiva na escala de 1 a 7, conforme o sistema CLASSIBOV do MAPA (Tabela 1).

Tabela 1 - Classificação de score de acabamento de carcaça.

Classificação	Nível
Ausente	0 a 0,99mm
Leve	1,0 a 2,99mm
Padrão Menos	3,0 a 3,99mm
Padrão	4,0 a 5,99mm
Padrão Mais	6,0 a 7,99mm
Uniforme	8,0 a 13,99mm
Abundante	> 14 mm

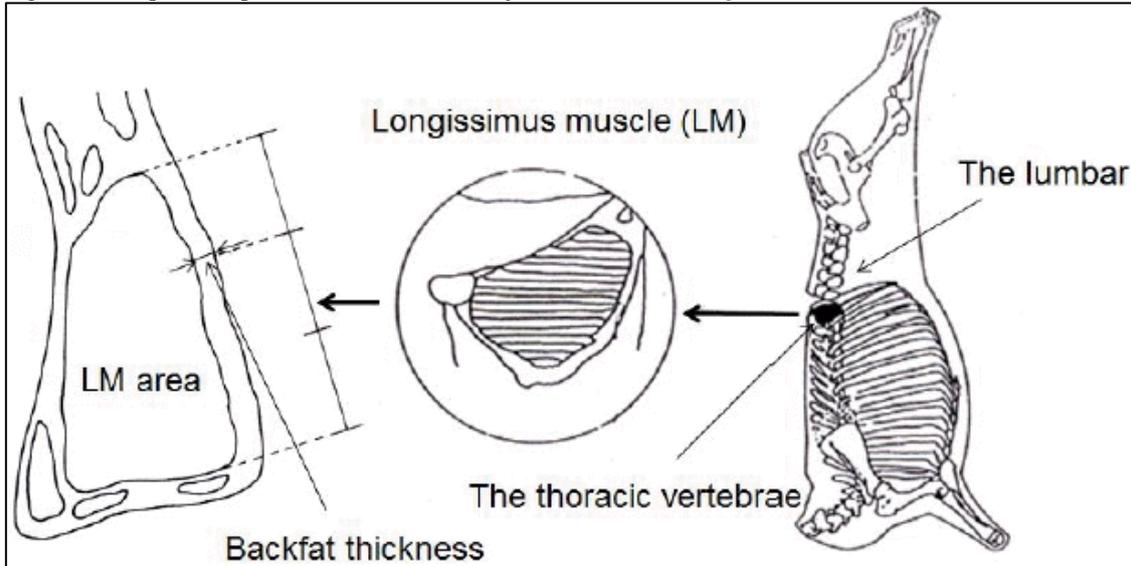
Fonte: MAPA, 2022.

Após o resfriamento a carcaça é dividida em três partes, a saber: dianteiro, traseiro e ponta da agulha. A ponta da agulha é composta pelas oito últimas costelas, o corte separa as duas partes principais da carcaça, o dianteiro e traseiro divididos entre a quinta e a sexta costela. O quarto dianteiro é composto pelas cinco primeiras costelas. E por fim o quarto traseiro sendo separado do dianteiro com um corte entre a quinta e sexta costela, considerado a parte da carcaça responsável pelos cortes mais requisitados pelos consumidores como a contrafilé, picanha, filé mignon e alcatra.

Entretanto para avaliação padronizada da carcaça de forma representativa da composição do animal, é necessária avaliação diretamente na seção transversal do músculo *Longissimus dorsi*, mais especificamente no terço final entre a 12^a e 13^a costela (SAINZ, 1996; SIDONG *et al.*, 2016; MSA, 2018), localizado no quarto traseiro da carcaça, é popularmente conhecido como contrafilé (Figura 3). O músculo *Longissimus* é relativamente uniforme e longo, sendo recomendado pelo programa de avaliação de qualidade de carne AUS-MEAT da Austrália (MSA, 2018; MLA, 2023), para medidas padronizadas de pH,

Coloração, Textura, Área de Olho de Lombo (AOL) e Espessura de Gordura Subcutânea (EGS), devendo aguardar no mínimo 24 horas de resfriamento da carcaça; para mensurações na carne (MAPA, 2022).

Figura 3 - Esquema representativo da Localização do Músculo *Longissimus*.



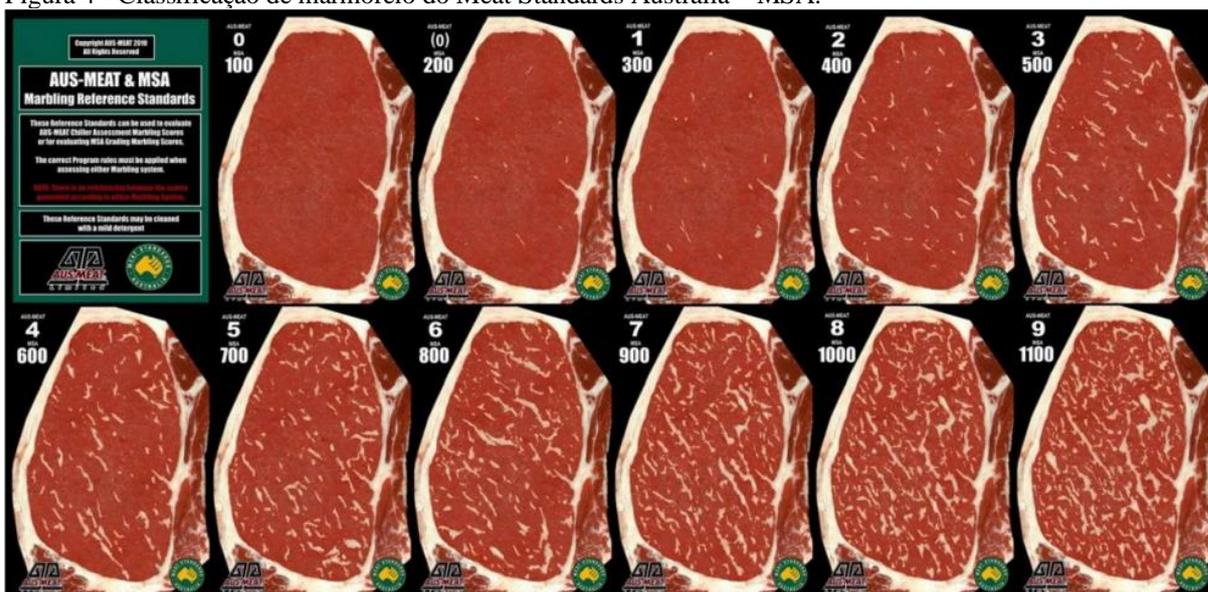
Fonte: SiDong *et al.*, 2016.

1.5.1 Marmoreio

A quantidade de gordura visível distribuída entremeada na carne, ou seja, o marmoreio é considerado um dos principais critérios que determinam a qualidade da carne. Conforme a classificação de marmoreio do sistema de qualidade de carne americano do USDA (2017), o grau de marmoreio é dividido em 100 subunidades (Abundante 00-10; Moderadamente abundante 00-100; Ligeiramente abundante 00-100; Moderado 00-100; Modesto 00-100 e Pequeno 00-100), a média é aplicada ao gráfico para mensurar a qualidade da carne (HALE, GOODSON, e SAVELL, 2013; KNIGHT, 2017; Figura 2).

Outra opção para garantir acurácia na avaliação subjetiva seria seguir as orientações de uma escala com fotografias, devendo ser observado a superfície da Área de Olho de Lombo, ou seja, o músculo *Longissimus dorsi* (MSA, 2018). Enfim a classificação de modo geral se da seguinte forma, quanto maior o grau de gordura intramuscular, maior será a nota atribuída na escala. A classificação de marmoreio do sistema CLASSIBOV foi elaborada em uma escala facilitada com 3 classificações, seguindo os padrões estabelecidos pelo renomado sistema de classificação de carne Australiano Meat Standards Australia – MSA (Tabela 2 e Figura 4).

Figura 4 - Classificação de marmoreio do Meat Standards Australia – MSA.



Fonte: MSA, 2018.

Tabela 2 - Classificação de marmoreio de carne bovina do CLASSIBOV.

Classificação	Escala
Escasso	Classificações 0 a 2 (100 a 400)
Moderado	Classificações 3 a 5 (500 a 700)
Abundante	Classificações 6 a 9 (800 a 1100)

Fonte: MAPA, 2022.

1.5.2 Maturidade

A maturidade do animal refere-se à idade no qual foi abatido. É possível determinar o melhor grau de maturidade, visando melhor qualidade da carne. Bovinos mais maduros possuem ossificação das cartilagens presentes na coluna vertebral, de forma gradual iniciando no quarto traseiro em direção ao quarto dianteiro (MSA, 2018). Da mesma forma a coloração e textura da carne é influenciada pela idade do animal, quanto mais a cor for vermelho clara e apresentar textura suave, mais jovem é o bovino, consequentemente a carne é mais macia. Dessa forma, é realizada a classificação da maturidade da carcaça no sistema americano do USDA, sendo utilizado uma escala em meses de idade de A até E (A 9-30; B 30-48; C 42-72; D 72-96; E >96) (HALE, GOODSON, e SAVELL, 2013; KNIGHT, 2017;), à medida que eleva essa escala, indica animal de maior idade, logo tem-se uma carne de baixa qualidade, sendo preferível escala A até 30 meses de idade (Figura 2).

É possível estimar a idade do bovino através da arcada dentária, verificando o número de dentes incisivos permanente que o animal possui no momento do abate, sendo importante destacar que a troca dos dentes de leite varia de acordo com a raça, animais taurinos possuem maior precocidade na dentição em relação aos animais zebuínos. Além do mais, registros podem confirmar com maior precisão a idade do animal como a Guia de Trânsito Animal (GTA), e o sistema de Rastreabilidade eletrônica que também apresenta o histórico de vida do animal, com intuito de futura seleção e padronização da carne com maior qualidade. A classificação da maturidade pelo sistema brasileiro do CLASSIBOV é de acordo com o número da dentição do animal, sendo preferível de 0 a 4 dentes (Tabela 3).

Tabela 3 - Classificação da Maturidade bovina do CLASSIBOV.

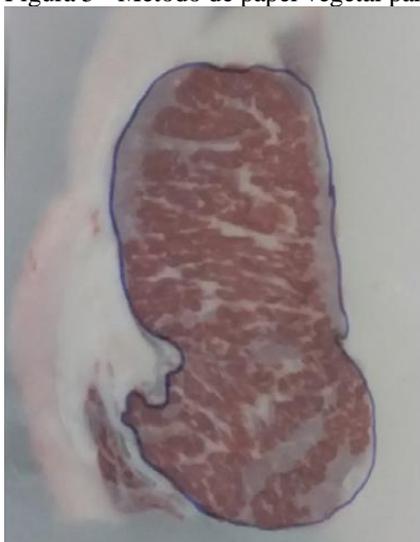
Idade média	Dentição permanente
< 18 a 24 meses	0 Dentes
18 a 28 meses	2 Dentes
24 a 36 meses	4 Dentes
32 a 48 meses	6 Dentes
36 a 60 meses	8 Dentes

Fonte: Gomes *et al.*, 2021; MAPA, 2022.

1.5.3 Área de Olho de Lombo

Através da avaliação da Área de Olho de Lombo (AOL) é mensurado como indicativo da carne disponível que a carcaça apresenta. A eficiente classificação de carcaças se dá pela mensuração na área total da superfície do músculo, entre a 12^a e 13^a costela do bovino (MSA, 2018). Existem vários métodos utilizados para quantificar a Área de Olho de Lombo, entretanto o desenho em papel vegetal (GOMES *et al.*, 2021), pode ser de fácil acesso em relação a outros da grade de plástico ou com softwares fotográficos. No método de papel vegetal é realizado o contorno com pincel marcador permanente, sobre o papel acima da peça de carne, formando o desenho do músculo *Longissimus* (Figura 5), posteriormente a mensuração da área em centímetros é realizada no software Image J®.

Figura 5 - Método de papel vegetal para mensurar Área de Olho de Lombo.



Fonte: Gomes *et al.*, 2021.

1.5.4 Espessura de Gordura Subcutânea

A carcaça bovina no Brasil pode ser classificada quanto ao acabamento de gordura, em escala de 1 a 7, mediante avaliação subjetiva da cobertura de gordura da carcaça, sendo preferível pela indústria nível mediano de 3 a 4 da escala (MAPA, 2022; Tabela 4). A espessura de gordura subcutânea (EGS) é uma informação importante para auxiliar na determinação do rendimento da carcaça no sistema americano do USDA, e auxilia na estimativa do acabamento de carcaça no sistema brasileiro CLASSIBOV.

Tabela 4 - Classificação de carcaças pelo acabamento de gordura do CLASSIBOV.

Classificação	Espessura de gordura subcutânea (EGS)*
Ausente	0 a 0,99mm
Leve	1,0 a 2,99mm
Padrão Menos	3,0 a 3,99mm
Padrão	4,0 a 5,99mm
Padrão Mais	6,0 a 7,99mm
Uniforme	8,0 a 13,99mm
Abundante >	14 mm

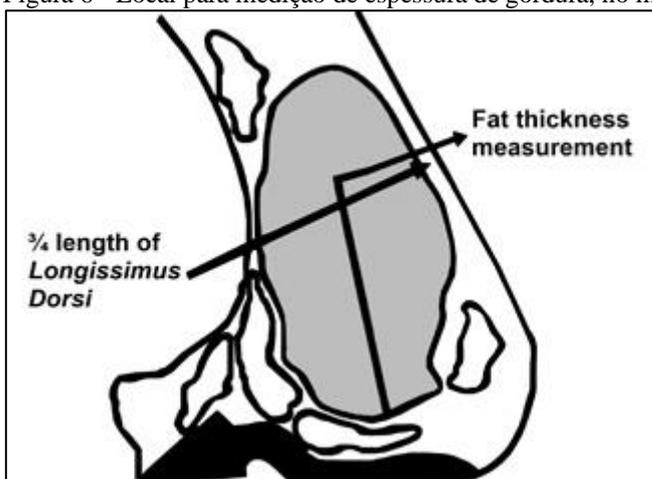
*EGS – espessura de gordura subcutânea, em milímetros (mm).

Fonte: MAPA, 2022.

Deve ser mensurada no músculo *longissimus dorsi*, local pré-determinado em estudos por representar o acabamento da carcaça do bovino (Figura 6). A mensuração da espessura da gordura no músculo deve ser realizada em um ponto estratégico da peça, sendo há $\frac{3}{4}$ do comprimento da Área de olho do Lombo (AOL) do lado oposto ao osso (TATUM, 1997; KNIGHT, 2017). Assim tem-se a previsão da composição de gordura em toda a carcaça do bovino.

O programa Qualidade e Rendimento da Carne Bovina do USDA, dos Estados Unidos da América, utilizada a gordura interna ou visceral para auxiliar a medição do rendimento de carcaça também, a qual é depositada ao redor de órgãos como coração, rins, e todos os órgãos e músculos da pelve. A porcentagem de gordura interna pode variar entre 1 até 4%, em relação ao peso da carcaça quente (TATUM, 1997; KNIGHT, 2017). Essa deposição de gordura é inviável, pois afeta negativamente o rendimento de cortes da carcaça.

Figura 6 - Local para medição de espessura de gordura, no musculo *Longissimus*.



Fonte: Tatum, 1997; Knight, 2017.

1.5.5 Classificação do rendimento

O rendimento de carcaça bovina no Brasil é determinado pelo percentual do peso da carcaça quente em relação ao peso vivo ao abate (Equação 4). O peso de carcaça quente é obtido ao final da linha de abate, antes de a lavagem das carcaças para acondicionamento na câmara de resfriamento (GOMES, 2021), sendo uma medida importante porque o produtor é remunerado por ela, em que o pagamento é calculado sobre o peso da carcaça quente em relação ao valor da arroba (equivalente a 15 kg) no mercado interno (Equação 7), então para o criador de bovinos quanto maior o percentual de rendimento de carcaça maior será o lucro da fazenda.

$$\text{Rendimento de Carcaça Quente: } \frac{\text{Peso da carcaça quente (kg)} \times 100}{\text{Peso Vivo ao abate (kg)}} \quad (4)$$

$$\text{Pagamento por arroba no frigorífico: } \frac{\text{Peso da carcaça quente (kg)} \times \text{R\$/@}}{15 \text{ (kg)}} \quad (5)$$

Outra avaliação importante para a indústria frigorífica do Brasil, é o Rendimento de cortes, determinado pelo percentual de carne comestível presente na carcaça em relação ao peso da carcaça quente. Realizado durante a desossa, o rendimento de cortes nobres das carcaças (carne primária), e feito após a limpeza e pesagem dos respectivos cortes, retalhos de carne, retalhos de gordura e ossos, sendo determinado em porcentagem.

De acordo com o sistema de classificação do Ministério da Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2017), o rendimento de cortes pode ser classificado em uma escala de 1 a 5 (TATUM, 1997; HALE, GOODSON, e SAVELL, 2013; KNIGHT, 2017), à medida que o nível aumenta é indicado que houve baixo rendimento de cortes na carcaça (Tabela 5). Fica evidente que é preferível maiores rendimentos, para viabilidade econômica da indústria.

Tabela 5 - Rendimentos esperados de cortes primários e cortes totais dos USDA.

Nível de rendimento	%Rendimento primários ^a	%Rendimento total ^b
1	>52,3	≥80
2	50,0 a 52,3	75 a 79
3	47,7 a 50,0	70 a 74
4	45,4 a 47,7	65 a 69
5	<45,4	<65

^a Inclui cortes nobres do quarto traseiro.

^b Inclui carne da carcaça inteira.

Fonte: Tatum, 1997; Knight, 2017.

1.6 Características físico-química da carne

As características da carne envolvem a composição química e composição física, utilizadas para realizar avaliações da qualidade da carne. A composição química contém parâmetros no qual são analisados em laboratório, como a Matéria Seca, Proteína Bruta, Matéria Mineral, Extrato Etéreo, entre outras. A composição química pode determinar o teor nutritivo do alimento, por exemplo, elevados teores de proteína na carne indicam maior qualidade do produto.

Em relação a composição física da carne, contém parâmetros como o pH que está interligado com outros parâmetros físicos como a cor, maciez e textura da carne. Com o abate do animal o músculo deixa de receber o aporte de oxigênio necessário, utilizando as reservas de glicogênio para continuar as contrações no músculo, ao final tem-se a carne. A qualidade da carne pode ser determinada pelo *rigor mortis*, na transformação do músculo em carne. Em função do *rigor mortis* apresentado pela carcaça do animal após o abate, é possível identificar os três tipos de qualidade da carne, as siglas descritas a seguir são em inglês PSE (Pálida, Mole e Exsudativa) e DFD (Escuro, Firme e Seco) ambas indicam o sofrimento do animal e ausência de bem-estar, principalmente, quando nos momentos que antecedem ao abate. ; Já a carne Normal possui características padrão.

1.6.1 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Em condições normais do *post-mortem*, o glicogênio muscular é metabolizado via glicólise fornecendo ATP, é gerado lactato que conseqüentemente reduz o pH, desta forma após 24 horas o pH final estará entre 5,3 a 5,8. A redução de ATP resulta no *rigor mortis*, dessa maneira ocorre ligações irreversíveis entre a miosina e a actina, dá-se então a transformação do músculo em carne (MALTIN, 2003).

A carne escura e dura é resultado de uma inadequada conversão do músculo em carne, podendo ser causado pelo estresse ao animal antes do abate. Com níveis de glicogênio baixo, a transformação de glicose do músculo em energia gera pouco lactato, impedindo a redução normal do pH, mantendo o pH final alto (>6,5), resultando em carne DFD (escura, firme e seca) (MALTIN, 2003). A carne DFD é consequência de um estresse animal a longo prazo, ou seja, estresse crônico. O músculo apresenta pouca reserva de glicose, logo o pH permanece alto devido não haver eficiência na glicólise (ŠPEHAR, VINCEK, e ŽGUR, 2008), resultando em carne com maior capacidade de retenção de água, carne escura, firme e seca (MSA, 2018; WARNER *et al.*, 2022). Isso ocorre por causa da reduzida produção de ácido láctico no músculo e elevado pH, frequentemente observado em carcaças de bovinos.

Em contrapartida, a carne PSE (Pálida, Mole e Exsudativa) é oriunda do intenso estresse pré-abate, ocorrendo um estresse agudo. O organismo utiliza rapidamente toda reserva de glicose muscular (glicogênio), com a presença do ácido láctico tem-se alta queda do pH e temperatura corporal. O aparecimento da carne PSE surge nas horas iniciais do *rigor mortis*, com a queda do pH em decorrência da glicólise acelerada, enquanto ainda se tem elevada temperatura corporal (ŠPEHAR, VINCEK, e ŽGUR, 2008). Leva ao processo de

desnaturação proteica, que resulta em carne pálida, mole e exsudativa (MSA, 2018; WARNER *et al.*, 2022), fenômeno pouco observado nas carcaças bovinas, sendo mais frequente em suínos.

De acordo com Warner *et al.* (2022), o potencial do metabolismo no processo de conversão do músculo em carne pode ser indicado por duas variáveis, “pH final” e “taxa de declínio do pH”, responsáveis por garantir a carne normal, com maciez e coloração padronizada. Para isso, é necessário que ocorra a glicólise de forma gradativa e lenta, para a geração de ATP e lactato em quantidade suficiente para manter o pH final adequado no músculo.

Segundo a classificação de potencial Hidrogeniônico (pH) do MAPA (2022), produtos cárneos considerado Normal, provenientes de um animal em pleno Bem-Estar Animal (BEA), apresenta pH entre 5,3 a 5,8. O pH acima de 5,9 é considerado Não-conforme, propicio a carne DFD, indica estresse a longo prazo na fazenda, e bovinos com pH menor que 5,2 indicam estresse durante o abate (Tabela 6).

Tabela 6 - Classificação de potencial Hidrogeniônico (pH).

Classificação	pH
Normal	5,30 - 5,8
Não-conforme	> 5,8

Fonte: MAPA, 2022.

1.6.2 Coloração

A cor da carne deve ser avaliada no músculo *longissimus dorsi*, após a resfriamento da carcaça, geralmente comparado com o padrão de referência previamente estabelecido, como o programa de qualidade de carne AUS-MEAT da Austrália. A coloração da carne é determinada pela mioglobina, uma proteína que contém moléculas de ferro na sua estrutura e difunde oxigênio no músculo (LIVINGSTON e BROWN 1981; BOLES e PEGG, 2010). A carne escura é resultado do baixo nível de desnaturação dos pigmentos de mioglobina e das distintas propriedades de absorção e dispersão da luz.

À medida que há oxidação da Mioglobina em Oximioglobina, até Metamioglobina, a pigmentação tem alterações na coloração, deixando o desejável de rosa brilhante e vermelho cereja, passando para o pouco aceitável de vermelho purpura até atingir o inaceitável do marrom (SUMAN, 2013). Além do mais as Mioglobinas competem com as mitocôndrias por

oxigênio, fato que também pode influenciar na coloração da carne, deixando a mais escurecida (RAMANATHAN, MANCINI, KONDA, 2009). Entretanto a cor da carne pode ser influenciada também pela idade ou espécie do animal. Então mesmo dentro dos parâmetros normais de pH, a carne pode ter coloração escura devido maior quantidade de mioglobina no músculo de alguns animais (MSA, 2018, SUMAN, 2013).

É possível classificar a coloração ideal da carne ou gordura de acordo com o CLASSIBOV do MAPA (2022), em que, a carne deve manter um padrão de coloração entre 1B a 5, apresentando cor vermelho claro (Figura 7), e a gordura subcutânea padrão entre a escala de 0 a 6, não apresentando coloração muito amarelada (Figura 8).

Figura 7 - Classificação de cor da carne do CLASSIBOV.

Cores	1A	1B	1C	2	3	4	5	6	7
Vermelho	240	225	210	180	170	161	146	136	Cores mais escuras que o 6
Verde	168	140	125	100	95	90	83	79	
Azul	156	121	106	82	75	71	66	69	

1A	1B	1C	2	3	4	5	6	7

Colours displayed show the darkest colour of each grading and is a guide only, not a true representation.

Fonte: MAPA, 2022.

Figura 8 - Classificação de cor da gordura subcutânea do CLASSIBOV.

Cores	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Vermelho	254	253	250	250	250	250	250	249	247	Cores mais escuras que o 8
Verde	254	250	245	244	241	236	227	218	210	
Azul	254	244	233	226	215	202	183	163	148	

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Colours displayed show the darkest colour of each grading and is a guide only, not a true representation.

Fonte: MAPA, 2022.

1.6.3 Maciez

Maciez da carne é um requisito que influencia na escolha do consumidor. Durante o *rigor mortis* em condições normais no metabolismo muscular (pH 5,3 a 5,8), tem-se a carne mais tenra, de melhor qualidade. O marmoreio pode influenciar a maciez e suculência da

carne, além de outros fatores como as condições do tecido conjuntivo, dos filamentos da miofibrila estriada (miosina e adenosina), comprimento da fibra muscular (sarcômero) e desnaturação proteica (PURSLOW, GAGAOUA, e WARNER *et al.*, 2021). É essencial evitar o estresse animal, pois a liberação de adrenalina provoca degradação do glicogênio muscular, pH inicial alto tem-se menor maciez da carne.

Para determina o teor de maciez da carne, é necessário fazer coleta da carne entre a 12^a e 13^a costela bovina, na Área do Olho de Lombo. Um método utilizado para mensurar a maciez da carne é a Força de Cisalhamento de Warner *et al.* (2022). Realizado em laboratório para aferir a quantidade de quilo força, aplicada sobre o corte das fibras musculares da carne. Quanto menor a força de cisalhamento, indica carne com maior maciez. A maciez da carne pode ser dividida em quatro classificações na análise de força de cisalhamento, sendo "muito macia" (<3,2 kgf), "macia" (3,2 < a < 3,9 kgf), "intermediária" (3,9 < a < 4,6 kgf) e "dura" (> 4,6 kgf) (BELEW *et al.*, 2003). Maior força do cisalhamento normalmente é observada em carne de bovinos do genótipo *Bos indicus* comparados com a carne de bovinos *Bos taurus*, causado pela maior concentração de calpastatina nos músculos (RUBENSAM, FELÍCIO e TERMIGNONI, 1998). As calpastatinas fazem parte do sistema das calpaínas, e provocam a redução da degradação proteica através da inibição da atividade proteolítica das calpaínas (KOOHMARAIE *et al.*, 1995; SHACKELFORD, WHEELER e KOOHMARAIE, 1997), consequentemente, em um aumento na rigidez da carne (FREKING *et al.*, 1999; DUCKETT, SNOWDER e COCKETT, 2000).

1.7 Classificação da carne bovina brasileira

A recente introdução de um sistema brasileiro para qualificação de carcaças, o CLASSIBOV, tem a certificação das carcaças no frigorífico por um departamento específico do governo, o Serviço de Inspeção Federal (SIF) do MAPA. A verificação das características de qualidade, é realizada na carcaça quente e resfriada, por um profissional treinado, denominado classificador. Essa avaliação deve estar sob a supervisão do Responsável Técnico do frigorífico (MAPA, 2022). Posteriormente, é aferido e certificado por agência responsável pela emissão do selo, uma entidade governamental, que proporciona maior confiabilidade às informações presentes no rótulo.

Embora a avaliação da carcaça e da carne envolva muitas variáveis, o sistema de classificação único adotado pelo Brasil visa simplificar as regulamentações. Isso facilita a compreensão dos critérios de classificação pelos consumidores, ao contrário de outros

sistemas, como o dos Estados Unidos que, embora igualmente eficazes, podem ser mais complexos. Contudo, a classificação da carne bovina através do sistema CLASSIBOV, é de extrema importância para o Brasil, por diversos motivos:

1. Padronização da Qualidade: Permite estabelecer padrões de qualidade para a carne bovina, e garante que os consumidores tomem decisão conforme o sabor, textura e suculência dos produtos.

2. Precificação Justa: Através de critérios específicos, como marmoreio e maturidade, os pecuaristas e indústrias frigoríficas podem estabelecer preços justos com base na qualidade da carcaça.

3. Melhoria da Cadeia de Abastecimento: Transparência e a rastreabilidade, facilitam o controle de qualidade, desde a produção animal até o consumo.

4. Satisfação do Consumidor: Uniformidade e qualidade dos produtos contribuem para o aumento da confiança na marca e incentiva a fidelidade do cliente.

5. Aprimoramento da Produção: Resultados e bonificações da classificação, podem motivar pecuaristas a ajustar seu sistema de produção de bovinos, visando melhorar a qualidade da carne produzida e atender às demandas do mercado.

Por fim, a classificação da carne bovina pelo CLASSIBOV pode desempenhar um papel fundamental na garantia da qualidade do produto cárneo, na transparência da cadeia de abastecimento e na satisfação do consumidor, contribuindo para o desenvolvimento sustentável da indústria de carne bovina brasileira. É compreensível que a adoção de estratégias para aprimorar os sistemas de produção de carne bovina, incluindo a terminação em confinamento, o manejo nutricional, considerações relacionadas ao sexo e à genética, possam impactar a qualidade, tanto em termos de maciez quanto de aparência, do produto cárneo resultante.

1.8 Considerações finais

No que diz respeito aos métodos de avaliação de carcaças e carne bovina, existem diversas abordagens complexas disponíveis. Contudo, a implementação de um sistema único de classificação no país (CLASSIBOV), poderia resultar na padronização da qualidade da carne brasileira, oferecendo aos consumidores opções de maior qualidade. Dessa forma, diferentes modelos de produção de bovinos podem ser explorados, com intuito de manter os atuais consumidores e prospectar novos mercados.

Nessa perspectiva, os modelos de produção "*Boi China*" e "*Carne Premium*" são alternativas viáveis para diversificar a produção e aumentar a receita da fazenda. A comercialização de bovinos padronizados, que atendam às exigências internacionais, como as da China, assim como a criação de novas marcas de produtos cárneos premium para o mercado nacional e internacional, são estratégias promissoras.

REFERÊNCIAS

- ABA - Associação Brasileira de Angus. **Angus Anuário 2022, Parte 1**. Porto Alegre/RS. Abril, 2023. Disponível em: <<https://angus.org.br/wp-content/uploads/2023/04/job-142-anuario-2022-anuario-site-parte-1-compactado-1.pdf>>. Acesso em: 07/02/2023.
- ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. **Exportações por país parceiro**. 2024. Disponível em: <<https://www.abiec.com.br/exportacoes/>>. Acesso em: 21/06/2024.
- ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. **BEEF REPORT 2023 | PERFIL DA PECUÁRIA NO BRASIL**. 2023. Disponível em: <<https://www.abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2023/>>. Acesso em: 30/04/2024.
- ABRAHÃO, J. J. DOS S.; PRADO, I. N. DO; MARQUES, J. DE A.; PEROTTO, D.; LUGÃO, S. M. B. **Avaliação da substituição do milho pelo resíduo seco da extração da fécula de mandioca sobre o desempenho de novilhas mestiças em confinamento**. Produção Animal. R. Bras. Zootec. 35 (2). 2006. DOI: 0.1590/S1516-35982006000200025. Acesso em: 29/12/2023.
- BELEW, J. B.; BROOKS, J. C.; MCKENNA, D. R.; SAVELL, J. W. **Warner–Bratzler shear evaluations of 40 bovine muscles**. Meat Science, Volume 64, Issue 4, Pages 507-512, ISSN 0309-1740, 2003. DOI:10.1016/S0309-1740(02)00242-5. Acesso em: 16/05/2024.
- BOLES, J. A.; PEGG, R. **Meat Color**. Handbook of Meat Processing. Editor Fidel Toldrá. 2010. Acesso em: 28/12/2023.
- DUCKETT, S. K.; SNOWDER G. D.; COCKETT, N. E. **Effect of the callipyge gene on muscle growth, calpastatin activity, and tenderness of three muscles across the growth curve**. J Anim Sci. 78(11):2836-41. 2000. DOI: 10.2527/2000.78112836x. PMID: 11063306. Acesso em: 30/05/2024.
- DUJKOVÁ, R.; RANGANATHAN, Y.; DUFEK, A.; MACÁK, J.; BEZDÍČEK, J. **Efeitos polimórficos dos genes FABP4 e SCD nos perfis de ácidos graxos intramusculares no músculo longissimus de duas raças bovinas**. Acta Vet. Brno, 84: 327-336. 2015. DOI:10.2754/avb201584040327. Acesso em: 20/12/2023.
- FERREIRA, G. M.; DRUMOND, P. L.; PAMPANA, N. J.; CLAUDIA, A. C. C. A.; CEOLLA S. M. **Desempenho produtivo e características de carcaça das progênes de touros aberdeen angus e braford alimentados com dieta de alto grão**. Colóquio. Agrar, 13. 2017. DOI: 10.5747/ca.2017.v13.n3.a178. Acesso em: 29/12/2023.
- FREKING, B. A.; KEELE, J. W.; SHACKELFORD, S. D.; WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M.; NIELSEN, M. K.; LEYMASTER, K. A. **Evaluation of the ovine callipyge locus: III. genotypic effects on meat quality traits**. J Anim Sci. 77(9):2336-44. 1999. DOI: 10.2527/1999.7792336x. PMID: 10492437. Acesso em: 30/05/2024.
- GOMES, MARINA DE NADAI BONIN; FEIJÓ, G. L. D.; DUARTE, M. T.; SILVA, L. G. P. DA.; SURITA, L. M. A.; PEREIRA, M. W. F. **Manual de avaliação de carcaças bovinas**.

Campo Grande – MS. Editora UFMS - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. 2021. Disponível em: <<https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/3865>>. Acesso em: 15/11/2023.

HABEEB, A. A.; GAD, A. E.; ATTA M. A. **Índices de temperatura-umidade como indicadores de estresse térmico de condições climáticas em relação à produção e reprodução de animais de produção.** Internacional J. Biotecnologia. 2018. DOI: 10.18689/ijbr-1000107. Acesso em: 29/12/2023.

HALE, D. S.; GOODSON, K.; SAVELL, J. W. **USDA Beef Quality and Yield Grades.** Department of Animal Science, Texas A&M AgriLife Extension Service, College Station, TX 77843-2471, 2013. Disponível em: <<https://meat.tamu.edu/beefgrading/>>. Acesso em: 02/04/2024.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Em 2023, abate de bovinos cresce e o de frangos e suínos atinge recordes.** 2024. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/39453-em-2023-abate-de-bovinos-cresce-e-o-de-frangos-e-suinos-atingem-recordes>>. Acesso em: 31/03/2024.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA.** 2024. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1092>>. Acesso em: 02/04/2024.

KNIGHT, C. H. **Understanding Beef Carcass Reports.** Published by the University of Georgia in cooperation with Fort Valley State University, the U.S. Department of Agriculture, and counties of the state. Bulletin 1326. 2017. Acesso em: 12/11/2023.

KOOHMARAIE, M.; SHACKELFORD, S. D.; WHEELER, T. L.; LONERGAN, S. M.; DOUMIT, M. E. A. **Muscle hypertrophy condition in lamb (callipyge): characterization of effects on muscle growth and meat quality traits.** *J Anim Sci.* ;73(12):3596-607. 1995. DOI: 10.2527/1995.73123596x. PMID: 8655433. Acesso em: 30/05/2024.

LIVINGSTON, D. J; BROWN W. D. **The chemistry of myoglobin and its reaction.** *Food Technol.* 35:244–52. 1981. Acesso em: 27/12/2023.

MALTIN, C.; BALCERZAK, D.; TILLEY, R.; DELDAY, M. **Determinants of meat quality: Tenderness.** *Process. Proceedings of the Nutrition Society, Volume 62, Issue 2, pp. 337-347.* 2003. DOI: <https://doi.org/10.1079/PNS2003248>. Acesso em: 21/12/2023.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **CIRCULAR N° 490/2015/CGPE/DISPOA. Assunto: CHINA. CARNE BOVINA. PROTOCOLO AQSIQ – MAPA.** Secretaria de Defesa Agropecuária, Departamento de inspeção de Produtos de Origem Animal, Coordenação Geral de Programas Especiais. Brasília, 2015. Disponível em: <<circular 490-2015C-GPE-DIPOA.pdf>>. Acesso em: 02/08/2023.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Gabarito para avaliação da Dentição de Bovinos. Cronologia Dentaria, Bovinos China.** Ofício circular n° 20/2019/CGCOA/DIPOA/DAS/MAPA. 2019. Disponível em: <file:///C:/Users/rayta/Downloads/CCF_001305.pdf>. Acesso em: 17/01/2024.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Gabinete Do Ministro). **Sistema Brasileiro de Classificação e Tipificação de Carcaças de Bovinos e Bubalinos - CLASSIBOV**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-setoriais/carne-bovina/2022/62a-ro-26-07-2022/proposta-de-nova-in-classibov_versao-final_vf.pdf>. Acesso em: 23/12/2023.

MARTINO, P.; OURIVES, N. F. **Carnes Premium x Carnes Especiais: entenda as diferenças**. Comissão Técnica de Alimentos – CTA, Conselho Regional de Medicina Veterinária do Estado de São Paulo. 2018. Disponível em: <<https://comissaotecnica dealimentos.wordpress.com/2018/09/28/carnes-premium-x-carnes-especiais-entenda-as-diferencas/>>. Acesso em: 18/02/2023.

MENDONÇA, F. S.; MACNEIL, M. D.; NALERIO, E.; CARDOSO, L. L.; GIONGO, C.; CARDOSO, F. F. **Breed direct, maternal and heterosis effects due to Angus, Caracu, Hereford and Nelore on carcass and meat quality traits of cull cows**. *Livestock Science*, Volume 243, 104374, ISSN 1871-1413. 2021. DOI: 10.1016/j.livsci.2020.104374. Acesso em: 27/06/2024.

MLA – Meat Livestock Australia. **Meat Standards Australia Grading. 2023**. Disponível em: <<https://solutionstofeedback.mla.com.au/cattle/meat-standards-australia-grading/>>. Acesso em: 22/12/2023.

MSA - Meat Standards Australia. **Meat Standards Australia Beef Information kit**. Tips & Tools. 2018. Disponível em: <https://www.mla.com.au/globalassets/mla-corporate/marketing-beef-and-lamb/documents/meat-standards-australia/msa-beef-tt_full-info-kit-lr.pdf>. Acesso em: 27/12/2023.

MUELLER, L. F.; BALIEIRO, J. C. C.; FERRINHO, A. M.; MARTINS, T. DA S.; CORTE, R. R. P. DA S.; AMORIM, T. R. DE; FURLAN, J. DE J. M.; BALDI, F.; PEREIRA, A. S. C. **Gender status effect on carcass and meat quality traits of feedlot Angus × Nelore cattle**. *Anim Sci J.*; 90: 1078–1089. 2019. DOI: 10.1111/asj.13250. Acesso em: 23/12/2023.

OLIVEIRA, P. R. O.; OLIVEIRA, M. V. M.; BONIN, M. N.; ÁVALO, S. P.; CANCIO, P. F.; NASCIMENTO, J. D.; FERRAZ, A. L. J.; SURITA, L. M. A.; PIAZZON, C. J.; GALHARDO, A. G.; OLIVEIRA, D. M. **Carcass and meat characteristics of feedlot finished nelore cattle and their crossbreeds in the Brazilian Pantanal**. *Livestock Science*, Volume 244, 104360, ISSN 1871-1413, 2021. DOI: 10.1016/j.livsci.2020.104360. Acesso em: 05/03/2023.

OLIVEIRA, J. H. F. DE; MAGNABOSCO, C. DE U.; BORGES, A. M. DE S. M. **Nelore: base genética e a evolução seletiva no Brasil**. Embrapa, Planaltina, Documento 49, INSS1517-5111. 2002. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/566499/1/doc49.pdf>. Acesso em: 23/12/2023.

PEREIRA, A. S. C.; BALDI, F.; SAINZ, R. D.; UTEMBERGUE, B. L.; CHIAIA, H. L. J.; MAGNABOSCO, C. U.; MANICARDI, F. R.; ARAUJO, F. R. C.; GUEDES, C. F.; MARGARIDO, R. C.; LEME, P. R.; SOBRAL, P. J. A. **Desempenho de crescimento e**

características de qualidade de carcaça e carne na progênie de touros Poll Nelore, Angus e Brahman em condições tropicais. *Animal. Prod. Ciência.* 55, pág. 1295. 2015. DOI: 10.1071/AN13505. Acesso em: 29/12/2023.

PEREIRA, K. C. B.; CARVALHO, C. C. S.; RUAS, J. R. M.; MENEZES, G. C. C.; CASTRO, A. L. O.; COSTA, M. D. **Efeito do ambiente climático no comportamento ingestivo de vacas F1 Holandês x Zebu.** *Rev. Brás. Saúde e Produção Anim.* 2018. DOI: 10.1590/s1519-99402018000200006. Acesso em: 29/12/2023.

PINHEIRO, T. R.; MERCADANTE, M. E. Z.; ALBUQUERQUE, L. G. de; BONILHA, S. F. M.; MONTEIRO, F. M. **Selection for higher body weight in Nelore cattle is effective in achieving an increase of *longissimus* muscle area without reducing subcutaneous fat thickness.** *Breeding, Genetic and Reproduction, R. Bras. Zootec.* 41 (6), June 2012. DOI: 10.1590/S1516-35982012000600016. Acesso em: 27/06/2024.

PURSLOW, P. P.; GAGAOUA, M.; WARNER, R. D. **Insights on meat quality from combining traditional studies and proteomics.** *Meat Science*, Volume 174, 108423, ISSN 0309-1740, 2021. DOI: 10.1016/j.meatsci.2020.108423. Acesso em: 06/11/2023.

RAMANATHAN, R.; MANCINI R. A.; KONDA M. K. **Effects of lactate on beef heart mitochondrial oxygen consumption and muscle darkening.** *J. Agric. Food Chem.* 57:1550–55. 2009. DOI: 10.1021/jf802933p. Acesso em: 28/12/2023.

RIBEIRO, E. L. DE A.; HERNANDEZ, J. A.; ZANELLA, E. L.; MIZUBUTI, I. Y.; SILVA, L. das D. F. da; REEVES, J. J. **Desempenho e características de carcaça de bovinos de diferentes grupos genéticos.** *Produção Animal, R. Bras. Zootec.* 37 (9). 2008. DOI: 10.1590/S1516-35982008000900020. Acesso em: 29/12/2023.

RUBENSAM, J. M.; FELÍCIO, P. E. DE; TERMIGNONI, C. **Influência do genótipo *Bos indicus* na atividade de calpastatina e na textura da carne de novilhos abatidos no sul do Brasil.** *Food Sci. Technol* 18 (4). 1998. DOI: 10.1590/S0101-20611998000400009. Acesso em: 30/05/2024.

SAINZ, R. D. **Qualidade das carcaças e da carne ovina e caprina.** In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 33, 1996. Acesso em: 26/12/2023.

SECEX - Secretaria de Comércio Exterior. **Balança Comercial Preliminar Parcial do Mês 4ª Semana de Março/2024.** Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. 2024. Disponível em: <https://balanca.economia.gov.br/balanca/pg_principal_bc/principais_resultados.html>. Acesso em: 02/04/2024.

SHACKELFORD, S. D.; WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M. **Effect of the callipyge phenotype and cooking method on tenderness of several major lamb muscles.** *Journal of Animal Science*, Volume 75, Issue 8, Pages 2100–2105, 1997. DOI: 10.2527/1997.7582100x. Acesso em: 30/05/2024.

SIDONG, K.; TAEJUNG, C.; SUK, Y. B.; PARK, S.; JUN, S. H. **Estimates of genetic parameters of carcass traits under a national-scale genetic improvement scheme for beef cattle.** Division of Animal and Dairy Science, Chungnam National University, Daejeon,

Korea. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2016. Disponível em: <<https://www.animbiosci.org/journal/Figure.php?xn=ajas-29-8-1083.xml&id=>>. Acesso em: 19/12/2023.

ŠPEHAR, M.; VINCEK, D.; ŽGUR, S. **Beef Quality: Factors affecting tenderness and marbling**. 62, 463–478. 2008. Disponível em: <https://oknobot.com/agronomsko.hr/casopisi/stocarstvo/2008/Stocarstvo_6_2008_stanice_463_478.pdf>. Acesso em: 28/12/2023.

SUMAN, S. P; JOSEPH, P. **Myoglobin Chemistry and Meat Color. Annual Review of Food Science and Technology**. 4-1, 79-99. 2013. DOI: 10.1146/annurev-food-030212-182623. Acesso em: 27/12/2023.

TATUM, D. **Beef Facts: Meat Science Beef Grading. Fact Sheet - Product Quality**. National Cattlemen's Beef Association. |9110 East Nichols Ave.|Centennial, CO 80112|303-694-0305. 1997. Acesso em: 18/12/2023.

USDA - United States Department of Agriculture. **United States Standards for Grades of Carcass Beef**. 2017. Disponível em: <<https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/CarcassBeefStandard.pdf>>. Acesso em: 03/04/2024.

USDA - United States Department of Agriculture. **What do beef grades mean?** 2023. Disponível em: <<https://ask.usda.gov/s/article/What-do-beef-grades-mean#:~:text=The%20United%20States%20Department%20of,Prime%2C%20Choice%2C%20and%20Select>>. Acesso em: 03/04/2024.

WARNER, R. D.; WHEELER, T. L.; HA, M.; LI, X.; BEKHIT, AE-D.; MORTON, J.; VASKOSKA, R.; DUNSHEA, F. R.; LIU, R.; PURSLOW, P.; ZHANG W. **Meat tenderness: advances in biology, biochemistry, molecular mechanisms and new Technologies**. *Meat Science*, Volume 185, 108657, ISSN 0309-1740, 2022. DOI: 10.1016/j.meatsci.2021.108657. Acesso em: 01/11/2023.

DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E DA CARNE E ANÁLISE FINANCEIRA DOS MODELOS DE PRODUÇÃO “*BOI CHINA*” E “*CARNE PREMIUM*”

Raytane Chaves Oliveira Dias; Rafael Mezzomo; *et al.*

RESUMO

A progressiva produção de carne bovina no Brasil está acompanhada do aumento da competitividade do mercado. Diante disso, observa-se a necessidade de diferenciação do produto cárneo a ser comercializado. Assim, objetivou-se avaliar dois modelos de produção de bovinos terminados em confinamento sendo: “*Boi China*” e “*Carne Premium*”. Estudou-se o desempenho animal, características de carcaça, e da carne e análise financeira em cada modelo de produção de bovinos. Foram utilizados 1038 bovinos confinados em 10 baias, em que a baia foi a unidade experimental. Avaliou-se dois diferentes modelos de produção de bovinos: (1) “*Boi China*”: bovinos machos Nelore inteiros e abatidos aos 24 meses de idade. (2) “*Carne Premium*”: bovinos fêmeas F1 50% Angus x 50% Nelore e abatidas aos 18 meses de idade. Os dois sistemas de terminação tiveram o mesmo ($p>0,05$) ganho médio diário, eficiência alimentar e consumo de matéria seca em kg/dia. O consumo de matéria seca em percentual de peso corporal e período de confinamento foram maiores ($P<0,05$) para a “*Carne Premium*”. O “*Boi China*” apresentou maior ($P<0,05$) peso de carcaça final, ganho médio diário de carcaça e rendimento de carcaça, e maior área de olho de lombo. Em relação a qualidade da carne, a “*Carne Premium*” teve melhor marmoreio e coloração da carne ($p<0,05$), e menor força de cisalhamento. Referente ao financeiro, o “*Boi China*” apresentou menor ($p<0,05$) custo operacional total e custo por quilo de carcaça produzido. Contudo os dois modelos de produção foram iguais ($p>0,05$) para custo da arroba produzida, custo total e receitas líquidas, quando considerada a bonificação para cada modelo de produção. A “*Carne Premium*” apresenta melhor qualidade de carne (marmoreio e maciez). Os modelos de produção apresentam mesma receita líquida quando a bonificação ofertada é de 5% para “*Boi China*” e 12% para “*Carne Premium*”. Sem bonificação, a produção de “*Boi China*” é mais viável economicamente.

Palavras-chave: Angus; maciez; Nelore; qualidade; ruminante.

2 INTRODUÇÃO

O progressivo aumento da produção de carne bovina no país está acompanhado do aumento da competitividade do mercado, e necessidade de diferenciação do produto cárneo a ser comercializado. O crescimento na produção de carne bovina atual coincide com o aumento nas exportações de carne, atingindo em 2023 cerca de 2,01 milhões de toneladas (IBGE, 2024), sendo 67,70 % (1,2 milhões de toneladas) da exportação para a China (ABIEC, 2024). Por conseguinte, destacam-se dois nichos a serem explorados na produção de carne bovina no Brasil: o modelo de produção “*Boi China*” (para exportação) e o modelo de produção “*Carne Premium*” (para valorização do produto no mercado interno).

O conceito “*Boi China*”, bastante difundido na cadeia de produção de carne brasileira, refere-se à carne advinda de bovinos que atendem às exigências de exportação chinesa. Um dos principais requisitos específicos para o modelo de produção “*Boi China*” é a idade de abate dos animais, devendo ter no máximo 30 meses, ou seja, 0 a 4 dentes incisivos permanentes (MAPA, 2019), e devem ser bovinos criados em território brasileiro, com a refrigeração de 24 horas à temperatura de 2°C, e pH da carcaça fria menor que 5,9 (MAPA, 2015). Além do mais, os bovinos devem atender padrões mínimos de segurança alimentar e sanitária conforme os requisitos básicos do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (MAPA, 2020).

Por outro lado, o termo “*Carne Premium*” é conhecido internacionalmente e está relacionado ao modelo de produção dos bovinos que proporcione cortes nobres com marmoreio, coloração, maciez e gordura subcutânea adequada. No Brasil, normalmente a “*Carne Premium*” é oriunda de animais de cruzamento com raças europeias, geralmente fêmeas, e tendo a terminação intensiva em confinamentos de animais precoces. A “*Carne Premium*” agrega valor devido a aparência dos cortes nobres com marmoreio e gordura adequada. Com os avanços na agropecuária brasileira tem-se explorado cada vez mais este nicho de mercado. A carne de qualidade superior tem elevado sabor e textura, para isso, além de animais jovens, existem alguns atributos que estão associados à “*Carne Premium*”, como maior marmoreio, espessura de gordura, maciez, e certificações de qualidade como por exemplo certificações da Associação Brasileira de Angus e o programa CLASSIBOV do Ministério da agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Para estimular a produção de carne que atenda tais requisitos específicos dos diferentes nichos do mercado, de acordo com as indústrias frigoríficas situadas na região Amazônica, os produtores de bovinos recebem valor agregado em relação a produção da

carcaça do boi gordo. Os valores pagos à animais que se enquadram no padrão “*Boi China*” são de 5% acima do valor da carcaça do boi gordo, e para os animais que atendem os padrões “*Carne Premium*” são acrescentados 12% em relação a carcaça do boi gordo dependendo do marmoreio¹. As bonificações foram confirmadas, de 10 a 12% para *Carne Premium* (ABA, 2023), e para a carne “*Boi China*” 5% (SCOT, 2024).

Os dois modelos de produção de carne bovina são interessantes e já praticados no Brasil. Entretanto, não há evidências claras de qual traz maior viabilidade produtiva e econômica, e se realmente a “*Carne Premium*” seria superior em relação a carne exportada para China, levando em consideração termos de qualidade da carcaça e da carne. Alguns questionamentos que estão em aberto são: A “*Carne Premium*” realmente tem maior maciez comparada à “*Boi China*”? Bovinos destinados a produção de carne “*Boi China*” tem maior desempenho? Quais destes dois modelos de produção de carne seria o mais lucrativo?

Por conseguinte, diante dessas incertezas, presume-se que obter essas informações de forma clara e direta, pode ajudar os produtores e técnicos na tomada de decisão de qual modelo de produção de carne bovina optar. Diante do exposto, objetivou-se avaliar dois modelos de produção de bovinos terminados em confinamento para comercialização como “*Boi China*” e “*Carne Premium*”.

¹Informação fornecida pelo presidente da indústria frigorífica Rio Maria LTDA, Umberto Paulinelli, em janeiro de 2024.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no confinamento JP, localizado no município de Rio Maria, Pará, Brasil. Os procedimentos experimentais envolvendo animais foram submetidos à Comissão de ética no uso de animais da UFRA – CEUA, sob protocolo n. 43567 (CEUA). As análises da carne foram realizadas na Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), Campus de Araguaína, Estado do Tocantins.

3.1 Tratamentos experimentais, animais e dieta

Foram estudados dois tratamentos, sendo estes diferentes modelos de terminação de bovinos:

(1) “*Boi China*”: bovinos machos inteiros, Nelore e abatidos aos 24 meses de idade.

(2) “*Carne Premium*”: bovinos fêmeas, F1 50% Angus x 50% Nelore e abatidas aos 18 meses de idade.

Estudou-se o desempenho animal, características da carcaça, características da carne e análise financeira dos modelos de produção de bovinos. Foram utilizados no experimento 539 bovinos da raça Nelore e 499 ½ Nelore x ½ Aberdeen Angus, totalizando 1038 bovinos confinados em 10 baias, média de 100 bovinos por baia, em que a baia foi a unidade experimental e os bovinos a unidade amostral. As baias experimentais possuíam área de 30 m largura e 20 m comprimento, total de 1200 m², sendo no mínimo 10,9 m² por animal. Foram 5 baias para cada tratamento, as 10 baias distribuídas em 2 linhas frente a frente, com piso de chão batido, cerca de arame, cobertura parcial sombreado acima do cocho, cocho e bebedouro de concreto. No início do período experimental, os animais foram desverminados e vacinados. Todos os animais eram registrados em programa contendo histórico de vida do animal, com a Rastreabilidade através da adesão voluntária do Sistema Brasileiro de Identificação Individual de Bovinos e Búfalos (SISBOV).

Todos os animais receberam dieta de adaptação por 21 dias (Tabela 1). A dieta de recepção foi fornecida por 3 dias, em seguida realizou-se transição para a dieta de adaptação por 15 dias, sendo mantida até completar o período de adaptação total de 21 dias de confinamento. Então, aos 22 dias de confinamento os bovinos receberam dieta de terminação até o momento do abate, com diferenciação apenas no núcleo de terminação (Núcleo padrão comercial para “*Boi China*” e núcleo específico visando a qualidade para “*Carne Premium*”). Teve-se o interesse de padronização da dieta, para verificar os efeitos dos distintos modelos

de produção de bovinos. O abate foi determinado conforme o desempenho do lote de animais, tendo peso final projetado de 500 kg de peso vivo, com base na avaliação rotineira de um conjunto de fatores, principalmente a redução do consumo de matéria seca em percentual de peso vivo, grau de acabamento do animal e conforme a demanda de abate do frigorífico.

O controle da rotina de fornecimento da dieta foi acompanhado através do programa de gerenciamento TGC®, para acesso às informações diárias por baia. As dietas foram fornecidas quatro vezes ao dia, horários e proporção da dieta: 6:00 h – 30%; 10:00 h – 20%; 14:00 h – 20%; 18:00 h – 30%, utilizando-se vagão misturador equipado com balança eletrônica. O acompanhamento da leitura de cocho foi realizado diariamente às 5:00 horas, utilizando-se escala de 1 a 3 (limpo, ideal e sobra, respectivamente). Assim, foi possível ajustar a dieta conforme o consumo de matéria seca. Com isso foi avaliado o Consumo de Matéria Seca (CMS) e Eficiência Alimentar (EA) da média por lote de animais.

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes e a composição química das dietas.

Ingredientes	Rec. ¹	Adap. ¹	Terminação Carne Premium ²	Terminação Boi China ³
<i>Proporção de ingredientes na dieta, % MS</i>				
Silagem de Milho	45,00	-	-	-
Silagem de Mombaça	-	25,54	12,01	12,01
Milho Moído Grosso	38,25	38,00	38,98	38,98
Milho Grão Úmido	-	15,00	27,86	27,86
Torta de Algodão	-	12,23	17,47	17,47
Farelo de Soja	13,70	5,81	-	-
Ureia	0,40	0,70	0,95	0,95
Água	-	-	0,10	0,10
Núcleo Adaptação	2,63	2,63	-	-
Núcleo CP	-	-	2,63	-
Núcleo BC	-	-	-	2,63
<i>Composição química da dieta, MS</i>				
Matéria Seca, %	61,00	70,33	64,47	64,47
Matéria Orgânica, %	94,80	94,50	94,44	94,44
Proteína Bruta, %	13,74	13,77	13,68	13,68
Extrato Etéreo, %	2,86	3,28	4,67	4,67
Fibra Detergente Neutro, %	37,77	29,46	22,30	22,30
Carboidratos Não Fibrosos, %	40,42	47,99	53,79	53,79
Energia Líquida de Ganho, Mcal/kg	1,00	1,15	1,30	1,30

¹**Núcleo Adaptação:** Aroma misto de ervas (min) 14,00 mg, Extrato de cebola (min) 25,00 mg, Extrato de sementes de uva (min) 4,00 mg, Calcio (min) 235,00 g, Calcio (máx.) 280,00 g, Enxofre 24,50 g, Fosforo 15,80 g, Magnésio 18,90 g, Sódio (min) 61,50 g, Cobalto (min) 11,40 mg, Cobre (min) 556,00 mg, Cromo (min) 7,80

mg, Ferro (min) 370,00 mg, Iodo (min) 27,80 mg, Manganês (min) 1668,00 mg, Selênio (min) 7,40 mg, Zinco (min) 2964,00 mg, *Saccharomyces cerevisiae* (min) 117,00X10E9 UFC, Virginiamicina 556,00 mg, Monensina 667,00 mg, Vitamina D3 (min) 14900,00 UI, Vitamina E (min) 380,00 UI, Vitamina A 141.700,00 UI.

²**Núcleo Terminação “Boi China”**: Aroma misto de ervas (min) 5,00 mg, Extrato de cebola (min) 9,00 mg, Extrato de sementes de uva (min) 1,60 mg, Calcio (min) 217,80 g, Calcio (máx.) 300,00 g, Enxofre 24,50 g, Flúor (máx.) 222,67 mg, Fosforo 11,00 g, Magnésio 19,00 g, Sódio (min) 61,50 g, Cobalto (min) 11,10 mg, Cobre (min) 566,00 mg, Ferro (min) 370,00 mg, Iodo (min) 27,70 mg, Manganês (min) 1668,00 mg, Selênio (min) 7,40 mg, Zinco (min) 2223,00 mg, Monensina 928,00 mg, Vitamina D3 (min) 14780,00 UI, Vitamina E (min) 136,00 UI, Vitamina A 92550,00 UI.

³**Núcleo Terminação “Carne Premium”**: Aroma misto de ervas (min) 17,00 mg, Extrato de cebola (min) 30,00 mg, Extrato de sementes de uva (min) 5,50 mg, Calcio (min) 220,05 g, Calcio (máx.) 300,00g, Enxofre 26,70 g, Fibra bruta (máx.) 32,82 g, Flúor (máx.) 219,88 mg, Fosforo 11,00 g, Magnésio 19,00 g, Matéria mineral (máx.) 1360,16 g, Umidade (máx.) 25,32 g, Sódio (min) 61,00 g, Cobalto (min) 11,10 mg, Cobre (min) 556,00 mg, Cromo (min) 7,34mg, Ferro (min) 70,00 mg, Iodo (min) 27,78 mg, Manganês (min) 1667,00 mg, Selênio (min) 11,20 mg, Zinco (min) 2593,00 mg. Monensina 926,00 mg, Vitamina D3 (min) 15000,00 UI, Vitamina E (min) 463,00 UI.

3.2 Análises de ingredientes das dietas

As amostras da dieta e ingredientes foram encaminhadas para laboratório *Cargill Nutrition System*. Para análise da composição química, foi empregada a Espectroscopia de Infravermelho Próximo (NIRS), para **matéria seca (MS)**, **proteína bruta (PB)**, **extrato etéreo (EE)**, **matéria mineral (MM)**, **matéria orgânica (MO)**, **fibra em detergente neutro (FDN)** e **carboidratos não fibrosos (CNF)**. A **energia líquida de ganho** foi estimada com base na NASEM (2016).

3.3 Avaliação do desempenho animal

O desempenho animal foi registrado através de duas pesagens em balança eletrônica, sendo a primeira pesagem na entrada no confinamento, e a segunda pesagem anterior ao abate. Para avaliação animal foram utilizados como unidades amostrais 1038 bovinos. Assim, foi obtido o **peso corporal inicial (PCI)** e **peso corporal final (PCF)**. Os valores de **ganho médio diário (GMD)**, **ganho de peso total (GPT)** foram calculados utilizando os pesos de entrada e saída, bem como o tempo de permanência no confinamento. A partir dos valores de ganho de peso total (GPT), dividido pelo **consumo de matéria seca (CMS)** durante o período, foi possível encontrar os valores de **eficiência alimentar (EA)**. Os lotes do modelo de produção “*Boi China*” foram abatidos com **período** de tempo médio de confinamento de 92 dias (85 até 105 dias), enquanto os lotes do modelo de produção de “*Carne Premium*” foram abatidos em média com 124 dias (106 até 142 dias).

3.4 Avaliação da carcaça bovina

O abate foi realizado no Frigorífico Rio Maria LTDA, e seguiu conforme as Instruções Normativas do MAPA, fiscalizado pelo Sistema de Inspeção Federal. As carcaças foram pesadas e refrigeradas (2° C), e mantidas em câmara fria por 24 h para “Boi China” e 72 h para “Carne Premium”, Após este período, antes da serragem e desossa da carcaça, foi aferido o pH das carcaças com potenciômetro digital, na região torácica no músculo *Longissimus dorsi* (MÜLLER, 1987; SAINZ, 1996; SIDONG *et al.*, 2016; MSA, 2018; MAPA, 2022; MLA, 2023).

As variáveis em relação a carcaça foram calculadas de acordo com o peso da carcaça quente. Assim o **rendimento de carcaça** é a relação em percentual entre o **peso da carcaça quente** (PCQ) e o peso corporal final (PCF) do animal. Para o **ganho de carcaça** diário considerou-se 50% do peso corporal inicial, ou seja, 50% de rendimento de carcaça ao início do confinamento, e foi calculado a diferença entre peso da carcaça inicial e peso carcaça final, dividido pelo período de engorda.

3.5 Medições e coletas de amostras

Durante a desossa, 24 h e 72 h após o abate do “Boi China” e “Carne Premium”, respectivamente, realizou-se aleatoriamente a coleta das amostras de carne em cinco carcaças por baía, entre 12^a e 13^a costelas, no músculo *Longissimus dorsi* (MÜLLER, 1987; SAINZ, 1996; SIDONG *et al.*, 2016; MSA, 2018). Realizou-se o corte transversal na meia carcaça entre 12^a e 13^a costelas. O músculo *longissimus* foi cortado com a espessura de 7 cm.

Foram utilizadas 50 unidades amostrais para as mensurações de **Área de Olho de Lombo** (AOL). A mensuração da AOL foi realizada a partir do método do papel vegetal, sobrepondo-se o papel sobre a peça do músculo *Longissimus*, com o auxílio de um pincel marcador permanente foi traçado o contorno da área. O papel foi identificado com data da desossa, número do lote e tipo de carne. A mensuração da área da AOL expressa em centímetros quadrados (cm²), foi realizado no software Image J®, para isso anteriormente foi traçado a área em papel vegetal, digitalizados separadamente e transformados em imagens (JPG - DPI 300).

Após as mensurações e limpeza da gordura, o músculo foi cortado em dois bifês de 2,54 cm. Posteriormente, as amostras foram embaladas individualmente à vácuo, devidamente identificadas e conservadas à -20° C em câmara fria no frigorífico, para análises futuras.

3.6 Análise da carne

As análises físicas da carne foram realizadas no Laboratório de Carnes da UFNT. As 50 unidades amostrais foram analisadas quanto a **perda por descongelamento, coloração da carne, marmoreio, perdas por cocção e força de cisalhamento**,

As amostras de bifes de 2,54 cm foram retiradas das embalagens e identificadas. A princípio foi avaliado a perda por descongelamento a partir da pesagem das amostras de carne congelada. No qual, teve-se um processo de descongelamento de 24 h, primeiramente em refrigerador à 7° C, e em seguida com exposição a temperatura ambiente à 24° C. Após este período as amostras foram pesadas novamente, na sequência, calculado a diferença entre os valores e expressos em porcentagem.

Após 30 minutos de exposição da carne ao ar atmosférico, foi mensurada a cor da carne com o colorímetro Croma Meter CR-410, Kônica Minolta®. O aparelho foi aplicado em 3 pontos de cada amostra de carne fornecendo os valores de L- luminosidade, a*- teor de vermelho e b*- teor de amarelo, em seguida foi calculado a média dos 3 pontos. Enfim foram calculados os valores de C- chroma; Hue- ângulo de tonalidade, de acordo com a escala CIELAB (MACDOUGAL, 1994).

O marmoreio da carne foi avaliado com auxílio de imagens ilustrativas da gordura entremeada no músculo, atribuindo notas de 1 a 3 = traços; 4 a 6 = leve; 7 a 9 = pequeno; 10 a 12 = médio; 13 a 15 = moderado e 16 a 18 = abundante (MÜLLER, 1987).

Para as perdas de peso por cocção o bife cru foi pesado e assado em forno, e após resfriamento em ambiente natural foi realizado a pesagem do bife assado, a fim de calcular a diferença entre os valores e expressos em porcentagem. No momento da cocção do bife houve controle da temperatura da carne com auxílio de um termômetro (Data Logger - Testo). Ao alcançar a temperatura de 40°C o bife foi virado, e ao alcançar a temperatura interna de 70°C o bife foi retirado do forno. Posteriormente, foram retiradas cinco subamostras cilíndricas (1 cm²) de cada bife assado, seguindo o sentido da fibra muscular, para avaliação da força de cisalhamento por meio do texturômetro (TA.XT *plus*, Stable Micro Systems Ltd) com lâmina Warner-Bratzler Shear de 1,016 mm. A aplicação de força máxima de corte sobre a carne foi registrada na curva do programa Exponent Lite 6.1, fornecendo a média em quilograma-força (Kgf) das reações resultantes de equilíbrio estático. Foi realizado a calibração do texturômetro antes de iniciar as análises (velocidade de teste de 200 mm/min; velocidade pós-teste de 2400 mm/min, distância de 20 mm; e peso de calibração de 2 kg).

3.7 Análise financeira

Os dados para análise financeira foram coletados no programa TGC® que registra o desempenho e custo durante o confinamento, e nos relatórios de abate emitidos pelo frigorífico. Foram calculados os custos e receitas líquidas a partir do **custo de aquisição** (compra do animal no início do confinamento), **custo sanidade** (compra de medicamentos, vacinas, vermífugos etc.), **custo operação** (mão de obra, energia, combustível, manutenções etc.) e **custo alimentação** (produção de silagem, compra de grãos e núcleos). O **custo de aquisição** do animal (R\$/kg PV) foi calculado dividindo o valor do animal pelo peso corporal inicial.

O **custo diário total** (R\$/cab./dia) foi encontrado através da soma dos custos de sanidade, operação e alimentação. O **custo operacional total** (R\$/cab./período) foi calculado multiplicando-se o custo diário total pelo período de confinamento de cada baía experimental. Já o **custo total** (R\$/cab./período) engloba a soma do custo operacional total e o custo de aquisição do animal.

O **custo por quilo de carcaça produzida** (R\$/kg de carcaça) foi obtido a partir da divisão do custo total pelo ganho de Carcaça total. **Custo da arroba** (R\$/@) é o custo por quilo de carcaça produzida multiplicado por 15 kg. Por fim calculou-se as receitas, em que, para a **receita líquida com preço base** (R\$/carcaça), considerou-se R\$ 14,00 / kg de carcaça (R\$ 210,00 a arroba de carcaça) e multiplicado pelo peso de carcaça quente. O valor base da arroba foi baseado no preço de mercado para o estado do Pará no momento do abate: 210,00 R\$/@. Foi calculado também a **receita líquida com bonificação** (R\$/carcaça). Para o tratamento “*Boi China*” foi somado mais 5% (14,70 R\$/kg) e “*Carne Premium*” foi somado mais 12% (15,68 R\$/kg), em relação valor da carcaça do boi gordo, depois foi multiplicado separadamente pelo peso de carcaça quente de cada modelo de produção (ABA, 2023; SCOT, 2024).

3.8 Análise estatística

Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, em que os tratamentos foram distribuídos aleatoriamente nas baias experimentais, com cinco repetições por tratamento (5 baias), totalizando dez unidades experimentais. Os dados obtidos foram sujeitos à análise de variância pelo Teste F, através da ferramenta Statistical Analysis System® – (SAS, 2016). Considerou-se significativo o valor P menor do que 0,05.

4 RESULTADOS

4.1 Consumo, desempenho e características da carcaça

O consumo de matéria seca (CMS, em kg/dia) foi igual ($P>0,05$) entre os tratamentos, porém, o CMS em percentual do peso corporal PC (CMS, em %PC), período de confinamento e ganho de peso total foi maior ($P<0,05$) para a “*Carne Premium*” (Tabela 2). Os animais do tratamento “*Boi China*” apresentaram maior ($P<0,05$) peso corporal inicial. O peso corporal final, ganho médio diário e eficiência alimentar foram iguais ($P>0,05$) entre os tratamentos. O peso de carcaça, rendimento de carcaça e ganho de carcaça e área de olho de lombo (AOL) foram maiores ($P<0,05$) para o tratamento “*Boi China*”. O pH da carcaça foi igual ($P>0,05$) entre os tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2 - Desempenho e características de carcaça, em modelos de produção para comercialização de “*Boi China*” e “*Carne Premium*”.

Variável	Tratamento		EPM	Valor P
	<i>Boi China</i>	<i>Carne Premium</i>		
<i>Consumo</i>				
CMS, kg/dia ¹	9,80	9,70	0,30	0,826
CMS, % PC ²	2,22	2,44	0,06	0,035
<i>Desempenho</i>				
Peso corporal inicial, kg	375,43	298,93	12,28	0,002
Período, dias	92,00	124,00	4,96	0,002
Peso Corporal final, kg	509,29	497,66	7,16	0,284
Ganho de peso total, kg ³	133,86	198,73	9,63	0,001
Ganho médio diário, kg ⁴	1,45	1,60	0,66	0,140
Eficiência Alimentar, kg de MS ⁵	0,15	0,17	0,00	0,180
<i>Características de carcaça</i>				
Peso de carcaça quente, kg	282,64	264,18	4,53	0,020
Rendimento de carcaça, % ⁶	56,15	53,09	0,21	<0,001
Ganho de carcaça, kg/dia ⁷	1,06	0,93	0,03	0,016
pH, 24H ⁸	5,71	5,72	0,03	0,857
AOL, cm ² ⁹	100,98	83,61	4,34	0,022

EPM= erro padrão da média;

¹ Consumo de matéria seca em kg por dia;

² Consumo de matéria seca em percentual de peso corporal;

³ Ganho de peso total = PCF – PCI;

⁴ Ganho médio diário = GPT / Período;

⁵ Eficiência alimentar = ganho de peso total / consumo de matéria seca total;

⁶ Rendimento de carcaça = peso da carcaça quente / PCF x 100;

⁷ Ganho de carcaça = peso da carcaça inicial - peso carcaça final;

⁸ Potencial hidrogeniônico mensurado na carcaça, no mínimo 24H pós abate;

⁹ Área de *Olho de Lombo* (AOL).

4.2 Qualidade da Carne

O escore de marmoreio do modelo “*Carne Premium*” foi maior ($p<0,05$) em comparação com o modelo de carne “*Boi China*” (Tabela 3). Os animais do tratamento “*Boi China*” apresentaram menores valores ($p<0,05$) para luminosidade (L^*), teor de vermelho (a^*), teor de amarelo (b^*), chroma e ângulo de tonalidade (Hue) (Tabela 3).

Tabela 3 - Características físico-químicas da carne, em modelos de produção de “*Boi China*” e “*Carne Premium*”.

Variável	Tratamento		EPM	Valor de P
	<i>Boi China</i>	<i>Carne Premium</i>		
¹ Escore de Marmoreio	4,80	9,20	0,77	0,003
² L	37,54	40,58	0,81	0,028
³ a*	16,94	20,36	0,29	<0,001
⁴ b*	6,34	10,28	0,35	<0,001
⁵ Hue	20,10	26,30	0,80	<0,001
⁶ Chroma	18,04	22,74	0,39	<0,001
⁷ Perdas por descongelamento, %	11,56	10,64	0,95	0,512
⁸ Perdas por cocção, %	27,02	24,87	1,09	0,200
⁹ Força de cisalhamento, kgf	5,89	3,10	0,38	<0,001

EPM= erro padrão da média;

¹ Marmoreio (1-3= traços; 4-6= leve; 7-9 = pequeno; 10-12= médio; 13-15= moderado; 16-18= abundante);

² Luminosidade (L^*);

³ Teor de vermelho (a^*);

⁴ Teor de amarelo (b^*);

⁵ Chroma (C^*);

⁶ Ângulo de tonalidade (Hue);

⁷ Perdas por descongelamento (QD);

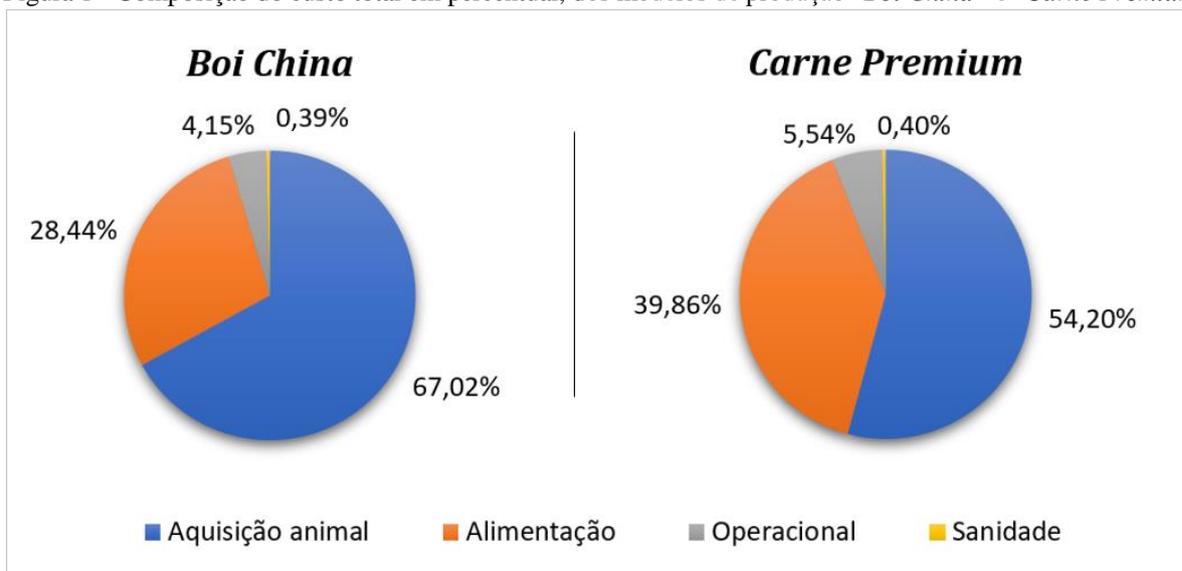
⁸ Perdas por cocção (QC);

⁹ Força de cisalhamento (FC).

4.3 Viabilidade financeira

A composição do custo total em percentual mostra as diferenças entre os modelos de produção “*Boi China*” e “*Carne Premium*” (Figura 1). O modelo de produção “*Carne Premium*” destacou-se no quesito de alimentação, enquanto o modelo de produção “*Boi China*” destacou-se no valor da aquisição dos animais.

Figura 1 - Composição do custo total em percentual, dos modelos de produção “*Boi China*” e “*Carne Premium*”.



O custo de aquisição do animal e custo sanidade (R\$/cab./dia) foram maiores ($p < 0,05$) para o modelo de “*Boi China*” em relação ao modelo de “*Carne Premium*” (Tabela, 4). Por outro lado, o custo operação (R\$/cab./dia), custo alimentação (R\$/cab./dia) e custo diário total (R\$/cab./dia) foram iguais ($p > 0,05$) entre os tratamentos. O custo por quilo de carcaça produzido (R\$/kg), custo operacional total (R\$/cab./período) e o Custo da arroba (R\$/@) foram menores ($p < 0,05$) para o modelo de produção de “*Boi China*”, porém o custo total (R\$/cab./período) foi igual ($p > 0,05$) entre os tratamentos.

A receita líquida base, que não considera bonificação, foi melhor ($P < 0,05$) para os animais “*Boi China*”. A receita líquida com bonificação (5% “*Boi China*” e 12% “*Carne Premium*”) não apresentaram diferença ($p > 0,05$) entre os modelos de produção de bovinos (Tabela, 4).

Tabela 4 - Avaliação financeira dos modelos de produção de “Boi China” e “Carne Premium”.

Variável	Tratamento		EPM	Valor de P
	<i>Boi China</i>	<i>Carne Premium</i>		
Custo de aquisição, R\$/kg Peso vivo	6,89	7,22	-	-
Custo de aquisição, R\$/animal	2.588,95	2.158,63	91,25	0,010
Custo Sanidade, R\$/cab./dia	0,17	0,12	0,00	<0,001
Custo operação, R\$/cab./dia	1,70	1,70	0,00	0,094
Custo alimentação, R\$/cab./dia	12,35	12,60	0,40	0,671
Custo diário total, R\$/cab./dia ²	14,11	14,30	0,39	0,742
Custo operacional total, R\$/cab./período ³	1303,50	1768,46	70,21	0,016
Custo total, R\$/cab./período ⁴	3892,45	3927,08	94,92	0,803
Custo do kg produzido, R\$/kg de carc. ⁵	13,23	15,53	0,56	0,020
Custo da arroba, R\$/@ ⁶	198,52	232,93	8,40	0,020
Receita líquida com preço base, R\$/carc. ⁷	64,54	-228,51	93,88	0,002
Receita líquida com bonificação, R\$/carc. ⁸	262,39	215,32	95,90	0,737

EPM= erro padrão da média;

¹ Custo diário total = custo sanidade + custo operação + custo alimentação;

² Custo operacional total = Custo diário total x período de confinamento;

³ Custo total = Custo operacional total + custo de aquisição do animal;

⁴ Custo por kg produzido (Custo total / ganho de carcaça;

⁵ Custo da arroba = Custo por kg produzido x 15 kg;

⁶ Receita líquida com preço base = 14,00 R\$/kg x peso de carcaça quente;

⁷ Receita líquida com bonificação = *Boi China*: 14,00 R\$/kg + 5%; *Carne Premium*: 14,00 R\$/kg + 12%; x peso de carcaça.

5 DISCUSSÃO

5.1 Desempenho e qualidade da carcaça

O modelo de produção de carne “*Boi China*” (bovinos machos inteiros, Nelore e abatidos com 24 meses de idade) foi terminado em média 32 dias antes do que o modelo de produção de “*Carne Premium*” (bovinos fêmeas F1 Aberdeen Angus e abatidas aos 18 meses de idade), uma vez que preconizou-se peso de final projetado 500 kg (com base na redução do consumo de matéria seca e acabamento do animal).

Diversos estudos relatam que devido aos benefícios de crescimento atribuídos aos hormônios andrógenos, especialmente à testosterona (MARTI *et al.*, 2013), os bovinos machos aumentam seu peso de maneira mais rápida e eficiente em comparação com as novilhas (BUREŠ e BARTON, 2012). Embora tenha-se esperado que as novilhas apresentassem desempenho inferior, neste estudo foi avaliado o modelo de produção de carne como um todo, sendo avaliado um conjunto de vários fatores, e não apenas o fator sexo de forma isolada. Blanco *et al.* (2020), ao avaliarem diferentes modelos de produção de carne bovina, bois machos obtiveram maior ganho de peso comparados às novilhas, ficando evidente esta diferença de ganho de peso devido ao abate simultâneo dos animais de ambos os modelos de produção.

Blanco *et al.* (2020) ainda verificaram nos modelos de produção de carne bovina, corroborando com o presente estudo, menor peso de carcaça quente e rendimento de carcaça para as novilhas. Então, provavelmente, no quesito de produção de carcaça, mesmo sendo abatidos mais cedo, o “*Boi China*” teve maior eficiência em converter seu peso vivo em carcaça, tanto no peso de carcaça, rendimento em porcentagem, quanto no ganho diário da carcaça (Tabela 2). Foi constatado que, embora os valores de peso corporal final foram iguais. É possível presumir que, as características peculiares na composição corporal da carcaças, como variações nas proporções de tecido magro e gorduroso, possam ter influenciado o rendimento de carcaça. Levando em consideração a área de olho de lombo maior para os machos do “*Boi China*”, e o score de marmoreio na carne bem maiores para as fêmeas do “*Carne Premium*” (Tabela 2 e 3). Estas diferenças podem ser atribuídas ao fator sexo.

Os hormônios sexuais em bovinos machos proporcionam maior deposição de músculo (FLORINI, 1987). Justificando o destaque para o “*Boi China*” na área de olho de lombo, rendimento de carcaça, ganho médio de carcaça e peso da carcaça, apesar do peso corporal final ter sido igual a “*Carne Premium*”. De acordo com Spencer (1985), a partir de um

estímulo hormonal, ocorre a multiplicação das células-satélites, que estão próximas das fibras musculares. E através da doação do núcleo destas células para as fibras, torna-se possível o aumento do potencial de produção muscular que é observado nos machos (FLORINI, 1987). Assim, a testosterona tem efeito direto no crescimento muscular.

É compreensível o maior destaque da área de *Longissimus dorsi* do “*Boi China*”, pois Bruckmaier *et al.* (1998), relataram também que bovinos machos tiveram diâmetro maior do músculo *Longissimus*, em virtude de seu crescimento muscular e atividade anabólica aumentados. Por outro lado, Blanco *et al.* (2020), afirmam que bovinos fêmeas e mais jovem apresenta maior deposição de gordura, do que bovinos machos inteiro e mais velhos. Por atingirem a maturidade mais cedo, as fêmeas entram na fase de maior acúmulo de gordura antes dos machos (PAULINO *et al.*, 2009). Em relação a carcaça “*Boi China*” como existem apenas exigências que envolve a segurança sanitária da carne (MAPA, 2020), o quesito maciez não é solicitado, tendo a carcaça ausente de gordura como satisfatório.

Os valores iguais do pH na carcaça, 24 horas após o abate, entre os tratamentos, são satisfatórios e estando dentro do exigido no Brasil (de 5,3 a 5,8), pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2022). Para o modelo de produção “*Boi China*”, apenas quatro animais tiveram pH acima de 5,8, portanto 0,7% dos 539 animais utilizados no tratamento “*Boi China*”. Para o modelo de produção “*Carne Premium*” nenhum animal foi desclassificado por alteração no pH da carne. Então, o fator sexo masculino do tratamento “*Boi China*”, não elevou o pH das carcaças, apenas com quatro desclassificações. Em virtude de ambos os tratamentos receberem o mesmo manejo pré-abate, respeitando o bem-estar dos animais com práticas de manejos adequadas, os tratamentos receberam o mesmo manejo pré-abate, possivelmente a ausência de estresse proporcionou a manutenção de pH adequado.

5.2 Qualidade da Carne

Durante a fase de terminação (~ 71 e 103 dias) teve-se algumas peculiaridades específicas no núcleo da dieta para a “*Carne Premium*” (*vitamina A e vitamina E*), que podem também ter afetado positivamente a qualidade da carne (Tabela 1). O núcleo fornecido para o modelo de produção *Premium* tinha ausência de vitamina A e proporcionou um consumo diário de 123,3 UI de vitamina E, enquanto no modelo de produção “*Boi China*” os animais consumiram diariamente cerca de 22,81 UI/dia vitamina A e 33,52 UI/dia de vitamina E. De acordo com o autor Arnold *et al.* (1992), fornecer vitamina E para bovinos confinados, pode

prolongar a manutenção da cor fresca e vibrante da carne bovina (ARNOLD *et al.*, 1992). Condizente com o presente estudo, pois a coloração (luminosidade, teor de vermelho, teor de amarelo, chroma e ângulo de tonalidade) da “*Carne Premium*” foi maior (Tabela 3), possivelmente devido ao maior consumo diário de vitamina E.

Em relação a vitamina A, o estudo de DU, FORD e ZHU (2017), deixa claro que na fase inicial da vida de bovinos atuando na hiperplasia do adipócito, a vitamina A é fundamental para aumentar o marmoreio da carne. Entretanto Kim *et al.* (2018), afirmaram que o consumo de vitamina A na fase de terminação de bovinos durante a hipertrofia do adipócito, interfere negativamente na gordura intramuscular e gordura subcutânea também. Desta forma, o presente estudo sugere que além da idade, raça, sexo e teor de gordura intramuscular apresentada entre os modelos de produção, a ingestão de antioxidantes adicional no modelo de produção de “*Carne Premium*” (consumo adicional de 268% de vitamina E; ausência de vitamina A) durante a fase de terminação por 103 dias em média, pode ser uma das razões da melhor coloração e marmoreio respectivamente, da “*Carne Premium*” das novilhas.

Elevados índices de coloração na carne de novilhas, em comparação com a dos bois, podem estar correlacionados com a presença de uma maior quantidade de gordura intramuscular (PAGE, WULF e SCHWOTZER, 2001; CARVALHO *et al.*, 2016; BLANCO *et al.*, 2020). Isto explica o teor elevado de gordura entremeada na “*Carne Premium*” (Tabela 3). Além dos diversos fatores que influenciam o marmoreio, como animais mais jovens, fêmeas e de raça europeia, apesar do peso corporal final igual (Tabela 2), as novilhas tiveram período de confinamento maior, possibilitando maior deposição de gordura. Fica evidente que a novilha é mais propícia a depositar gordura intramuscular na carne, e que o tipo de modelo de produção pode interferir na qualidade da carne, podendo alcançar melhores resultados.

Estudos relataram que novilhas cruzadas (½ Red Angus x ½ Nelore), abatidas aos 22 meses de idade, apresentaram 9,0 pontos de marmoreio na carne (MÜLLER *et al.*, 2008). Além disso, outros revelam que bois da raça Nelore castrados, abatidos aos 22 meses de idade, apresentaram 4,58 pontos de marmoreio (FREITAS *et al.*, 2016). Concordante com a diferença observada nesta pesquisa (Tabela 3), onde o marmoreio para os bois da raça nelore inteiro do modelo “*Boi China*” foi 4,8 pontos de marmoreio (4 - Leve), e para as novilhas cruzadas F1 (½ Aberdeen Angus x ½ Nelore) do modelo “*Carne Premium*” foi 9,20 pontos de marmoreio (9 - pequeno).

A carne de novilhas tende a ter uma textura mais macia que a carne de bois, em razão da idade de abate dos animais e do elevado teor de gordura intramuscular (VENKATA

REDDY *et al.*, 2015; WEGLARZ, 2010; BLANCO *et al.*, 2020). A maior concentração de calpastatina nos músculos de bovinos da raça Aberdeen Angus comparados a raça Nelore, também proporciona menor força de cisalhamento na carne (RUBENSAM, FELÍCIO e TERMIGNONI, 1998). A calpastatina atua sobre atividade da calpaína, não a deixando gerar maior degradação das proteínas estruturais da fibra muscular, ambas são complexos enzimáticos, ao ter relação maior da concentração de calpastatina:calpaína, tem-se menor degradação das fibras musculares (KOOHMARAIE *et al.*, 1995; SHACKELFORD, WHEELER e KOOHMARAIE, 1997b), conseqüentemente maior possibilidade de carne rígida (FREKING *et al.* 1999; DUCKETT, SNOWDER e COCKETT, 2000). É importante destacar que o incremento das ligações cruzadas do colágeno em animais mais idosos tem maior responsabilidade sobre a firmeza da carne do que a degradação das proteínas (HUFF-LONERGAN, PARRISH e ROBSON, 1995).

Fatores como o genótipo, taxa de crescimento e a alimentação, além da composição das fibras musculares e colágeno, podem afetar a maciez da carne também (MALTIN, 2003). Bovinos jovens tendem a ter a carne com maior maciez comparados a bovinos mais velhos, em razão da maior proporção de colágeno solúvel ao calor no músculo (ligações cruzadas redutíveis) em relação ao colágeno insolúvel (ligações cruzadas maduras) (BURSON *et al.*, 1986; MCCORMICK 1994; WESTON, ROGERS e ALTHEN *et al.*, 2002). Então a maciez está ligada a maturação do colágeno no músculo e a quantidade de colágeno. Conforme o animal envelhece, a produção e renovação do colágeno diminuem, permitindo a formação de ligações cruzadas maduras (WESTON, ROGERS & ALTHEN, 2002). Quanto mais velho o animal possivelmente a carne será mais dura. De acordo com McCormick (1986) no músculo de animais de 12 meses de idade, já seria possível observar essa substituição dos tipos de ligações do colágeno.

Este conjunto de fatores reportado, cooperam para as discrepâncias na qualidade da carne, entre os modelos de produção de bovinos. As novilhas são propícias a produção de carne mais macia, sendo animais de idade de abate menor (6 meses) e período de engorda maior (32 dias), justificando a baixa força de cisalhamento da “*Carne Premium*” (Tabela 3). Assim, bovinos fêmeas F1 (50% Angus x 50% Nelore) possuem qualidade da carne superior, maior sabor e maciez do produto cárneo (MUELLER *et al.*, 2019). Por promover alta maciez na carne o cruzamento industrial (Angus x Nelore) tem sido fortemente utilizado no Brasil (OLIVEIRA *et al.*, 2021).

De acordo Destefanis *et al.* (2000), a presença de maior teor de gordura entremeada na carne de novilhas influencia na redução da força de cisalhamento em comparação com a carne

de bois. Isso ocorre porque a distribuição uniforme de gordura no musculo atua como agente de redução de atrito, a gordura entre as fibras musculares interfere na capacidade das fibras de se manterem unidas, reduzindo a resistência ao cisalhamento. Tendo menor aplicação de força no corte da carne, para tanto, carne de novilha tende a ter uma estrutura de tecido muscular menos desenvolvida, assim animais mais jovens podem ter maior maciez na carne.

Diversos pesquisadores, através da análise sensorial, revelaram que a carne de novilhas é mais macia, apresentando sabores e suculência mais positivos em comparação com a carne de bovinos machos (WEGLARZ, 2010; BUREŠ e BARTON, 2012; MUELLER *et al.*, 2019). O termo maciez enfatiza a qualidade sensorial da carne em termos de suavidade, facilidade de mastigação e sensação ao paladar, através de avaliação subjetiva humana, enquanto a força de cisalhamento é mensurada a partir de uma avaliação precisa da quantidade de força aplicada ao corte das fibras da carne, por meio da análise instrumental da textura da carne. A força do cisalhamento pode ser classificada em quatro categorias, sendo “muito macia” (<3,2 kgf), “macia” (3,2 < a <3,9 kgf), “intermediária” (3,9 < a <4,6 kgf) e “dura” (> 4,6kgf) (BELEW *et al.*, 2003). Então, fica explícito que a carne do tratamento “*Boi China*” não pode ser considerada macia, pois apresentou 5,89 kgf sendo uma carne “dura”, por outro lado a “*Carne Premium*” apresentou 3,10 kgf, podendo ser considerada uma carne “muito macia” (exceto 2 lotes que foram considerados carne “macia”). Assim, ressalta-se que o modelo “*Carne Premium*”, possui 90 % maior maciez na carne do que o modelo de produção “*Boi China*” (Tabela 3).

No que diz respeito, a perda por descongelamento e perda por cocção da carne que não sofreram variações (Tabela 3), pode estar ligada ao pH adequado apresentado por ambos os tratamentos. O pH pode influenciar a vida útil, capacidade de retenção de água, cor e maciez da carne (SÁNCHEZ *et al.*, 2022). Por isso, é uma importante variável para a segurança alimentar e qualidade da carne.

5.3 Viabilidade financeira

Os maiores custos no modelo “*Boi China*” com aquisição do animal e com o custo sanidade, foram devido ao maior peso corporal inicial dos animais. Presume-se que o valor do animal adquirido, assim como a dosagem dos medicamentos, são mensurados conforme o peso corporal. Por outro lado, os custos diários por animal, como o custo operação, custo alimentação e custo diário total, foram os mesmos entre os tratamentos, devido às condições consistentes de instalação, manejo e composição da dieta, com o confinamento ocorrendo

simultaneamente para ambos. Visto que os custos foram diluídos ao longo do período, é compreensível a igualdade no custo total entre os tratamentos. Além do mais, o consumo de matéria seca entre os dois modelos de produção foi parecido por isso o custo de alimentação e custo total foram iguais. Apesar da diferença no custo de aquisição do animal. Entretanto, os menores valores para o tratamento “*Boi China*” no custo da arroba produzida, custo do quilo de carcaça produzido, e custo operacional total por animal durante o período, se dá pelo menor período de engorda utilizado (~92 dias) comparado ao tratamento “*Carne Premium*” (~124 dias).

Em relação a receita líquida com preço base e receita líquida com bonificação, fica evidente que o valor base de 14,00 R\$/kg (210,00 R\$/@ Boi Gordo) no Norte do Brasil, não é suficiente para todos os tipos de modelos de produção de carne bovina. Entretanto quando a indústria oferece bonificação de +5% (14,70 R\$/kg) para “*Boi China*” e +12% (15,68 R\$/kg) para “*Carne Premium*” em relação ao valor da carcaça do boi gordo (R\$/@), tendo a receita líquida com bonificação de 262,39 R\$/carcaça para “*Boi China*” e 215,32 R\$/carcaça para “*Carne Premium*”. Então, o rendimento da produção foi compensador para produção dos dois modelos utilizando as bonificações.

Por outro lado, é importante salientar que os custos de produção e conseqüentemente a receita líquida é dependente do custo da alimentação e do custo de aquisição dos animais. Os dados do presente trabalho utilizaram os preços praticados no momento da execução do experimento, e foram os mesmos entre os tratamentos. Isso nos permite fazer uma comparação justa entre os dois modelos de produção de bovinos. No entanto, em condições de mercado, em que o preço dos ingredientes da dieta ou o custo da aquisição dos animais sejam diferentes, a receita pode ser outra.

6 CONCLUSÃO

O modelo de produção “*Boi China*” apresenta maior rendimento de carcaça, e conseqüentemente maior peso de carcaça final, apesar do mesmo ganho médio diário e peso corporal final. Por outro lado, a “*Carne Premium*” apresenta melhor qualidade de carne, com melhor marmoreio e menor força de cisalhamento da carne. Por fim, a viabilidade econômica foi igual entre os modelos de produção de carne bovina, contudo, dependente da bonificação ofertada pela indústria para apresentar lucratividade. Sem o incentivo de bonificação a produção de “*Boi China*” apresenta maior viabilidade.

REFERÊNCIAS

- ABA - Associação Brasileira de Angus. **Angus Anuário 2022, Parte 1**. Porto Alegre/RS. Abril, 2023. Disponível em: <<https://angus.org.br/wp-content/uploads/2023/04/job-142-anuario-2022-anuario-site-parte-1-compactado-1.pdf>>. Acesso em: 07/02/2023.
- ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. **Exportações por país parceiro. 2024**. Disponível em: <<https://www.abiec.com.br/exportacoes/>>. Acesso em: 21/06/2024.
- ARNOLD, R. N.; SCHELLER, K. K.; ARP, S. C.; WILLIAMS, S. N.; BUEGE, D. R.; SCHAEFER, D. M. **Effect of long- or short-term feeding of α -tocopheryl acetate to Holstein and crossbred beef steers on performance, carcass characteristics, and beef color stability**. *Journal of Animal Science*, Volume 70, Issue 10, Pages 3055–3065, 1992. DOI: 10.2527/1992.70103055x. Acesso em: 21/03/2024.
- BELEW, J. B.; BROOKS, J. C.; MCKENNA, D. R.; SAVELL, J. W. **Warner–Bratzler shear evaluations of 40 bovine muscles**. *Meat Science*, Volume 64, Issue 4, Pages 507-512, ISSN 0309-1740, 2003. DOI:10.1016/S0309-1740(02)00242-5. Acesso em: 16/05/2024.
- BUREŠ, D. and BARTON, L. **Growth performance, carcass traits and meat quality of bulls and heifers slaughtered at different ages**. *Czech J. Anim. Sci.* 57, 34–43. 2012. DOI:10.17221/5482-CJAS. Acesso em: 20/03/2024.
- BURSON, D. E.; HUNT M. C.; UNRUH, J. A.; DIKEMAN, M. E. **Proportion of types I and III collagen in longissimus collagen from bulls and steers**. *J Anim Sci*. Aug;63(2):453-6. 1986. DOI: 10.2527/jas1986.632453x. PMID: 3759682. Acesso em: 24/06/2024.
- BLANCO, M.; RIPOLL, G.; DELAVALAUD, C.; CASASÚS, I. **Performance, carcass and meat quality of young bulls, steers and heifers slaughtered at a common body weight**. *Livestock Science*, Volume 240, 104156, ISSN 1871-1413, 2020. DOI: 10.1016/j.livsci.2020.104156. Acesso em: 20/03/2024.
- BRUCKMAIER, R. M.; LEHMANN, E. HUGI, D.; HAMMON, H. M, J.; BLUM, W. **Ultrasonic measurement of longissimus dorsi muscle and backfat, associated with metabolic and endocrine traits, during fattening of intact and castrated male cattle**. *Livestock Production Science*, Volume 53, Issue 2, Pages 123-134, ISSN 0301-6226, 1998. DOI: 10.1016/S0301-6226(97)00162-0. Acesso em: 20/03/2024.
- CARVALHO, R. M. S.; BOARI, C. A.; VILLELA S. D. J.; PIRES, A. V.; MOURTHÉ, M. H. F.; OLIVEIRA, F. R.; DUMONT, M. A.; GONTIJO, R. P.; LOBO-JR, A. R.; MARTINS, P. G. M. A. **Differences between sexes, muscles and aging times on the quality of meat from Wagyu x Angus cattle finished in feedlot**. *Anim. Prod. Sci* 58 (2), 350–357. 2016. DOI: 10.1071/AN15804. Acesso em: 27/03/2024.
- DESTEFANIS, G.; BARGE, M. T.; BRUGIAPAGLIA, A.; TASSONE, S. **The use of principal component analysis (PCA) to characterize beef**. *Meat Science*, Volume 56, Issue 3, Pages 255-259, ISSN 0309-1740, 2000. DOI: 10.1016/S0309-1740(00)00050-4. Acesso em: 23/03/2024.

DU, M.; FORD, S. P.; ZHU, M.-J. **Optimizing livestock production efficiency through maternal nutritional management and fetal developmental programming.** *Animal Frontiers*, Volume 7, Issue 3, July 2017, Pages 5–11, 2017. DOI: 10.2527/af.2017-0122. Acesso em: 20/03/2024.

DUCKETT, S. K.; SNOWDER G. D.; COCKETT, N. E. **Effect of the callipyge gene on muscle growth, calpastatin activity, and tenderness of three muscles across the growth curve.** *J Anim Sci.* 78(11):2836-41. 2000. DOI: 10.2527/2000.78112836x. PMID: 11063306. Acesso em: 30/05/2024.

DUJKOVÁ, R.; RANGANATHAN, Y.; DUFEK, A.; MACÁK, J.; BEZDÍČEK, J. **Efeitos polimórficos dos genes FABP4 e SCD nos perfis de ácidos graxos intramusculares no músculo longissimus de duas raças bovinas.** *Acta Vet. Brno*, 84: 327-336. 2015. DOI:10.2754/avb201584040327. Acesso em: 20/12/2023.

FLORINI, J. R. **Hormonal control of muscle growth.** *Muscle Nerve.* Volume10, Issue7. 1987. Pages 577-598. DOI: 10.1002/mus.880100702. Acesso em: 24/06/2024.

FREITAS, A. K.; RESTLE, J.; MISSIO, R. L.; PACHECO, P. S.; PADUA, J. T.; MIOTTO, F. R. C.; GREGO, L. F.; LAGE, M. E.; NEIVA, J. N. M. Carcass physical composition and physic-chemical characteristics of meat from Nellore cattle. *Semina*, v.37, n.2, p.1007-1016. 2016. DOI: 10.5433/1679-0359.2016v37n2p1007. Acesso em: 27/03/2024.

FREKING, B. A.; KEELE, J. W.; SHACKELFORD, S. D.; WHEELER, T. L. KOOHMARAIE, M.; NIELSEN, M. K.; LEYMASTER, K. A. **Evaluation of the ovine callipyge locus: III. genotypic effects on meat quality traits.** *J Anim Sci.* 77(9):2336-44. 1999. DOI: 10.2527/1999.7792336x. PMID: 10492437. Acesso em: 30/05/2024.

HUFF-LONERGAN, E.; PARRISH, F. C.; ROBSON, R. M. **Effects of postmortem aging time, animal age, and sex on degradation of titin and nebulin in bovine longissimus muscle.** *Journal of Animal Science*, 1064-1073, 1995. DOI: 10.2527/1995.7341064x. Acesso em: 02/08/2024.

SPENCER, G. S. G. **Hormonal systems regulating growth.** A review. *Livestock Production Science.* Volume 12, Issue 1. Pages 31-46. ISSN 0301-6226. 1985. DOI:10.1016/0301-6226(85)90038-7. Acesso em: 24/06/2024.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Em 2023, abate de bovinos cresce e o de frangos e suínos atinge recordes.** 2024. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/39453-em-2023-abate-de-bovinos-cresce-e-o-de-frangos-e-suinos-atingem-recordes>>. Acesso em: 31/03/2024.

KOOHMARAIE, M.; SHACKELFORD, S. D.; WHEELER, T. L.; LONERGAN, S. M.; DOUMIT, M. E. A. **Muscle hypertrophy condition in lamb (callipyge): characterization of effects on muscle growth and meat quality traits.** *J Anim Sci.* ;73(12):3596-607. 1995. DOI: 10.2527/1995.73123596x. PMID: 8655433. Acesso em: 30/05/2024.

KIM, J. WELLMANN, K. B.; SMITH, Z. K.; JOHNSON, B. J. **All-trans retinoic acid increases the expression of oxidative myosin heavy chain through the PPAR δ pathway in bovine muscle cells derived from satellite cells.** *Journal of Animal Science*, Volume 96, Issue 7, Pages 2763–2776, 2018. DOI: 10.1093/jas/sky155. Acesso em: 05/02/2024.

MALTIN, C.; BALCERZAK, D.; TILLEY, R.; DELDAY, M. **Determinants of meat quality: Tenderness.** *Process. Proceedings of the Nutrition Society*, Volume 62, Issue 2, pp. 337-347. 2003. DOI: <https://doi.org/10.1079/PNS2003248>. Acesso em: 21/12/2023.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **CIRCULAR Nº 490/2015/CGPE/DISPOA. Assunto: CHINA. CARNE BOVINA. PROTOCOLO AQSIO-MAPA.** Secretaria de Defesa Agropecuária, Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal, Coordenação Geral de Programas Especiais. Brasília, 2015. Disponível em: <circular 490-2015C-GPE-DIPOA.pdf>. Acesso em: 02/08/2023.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Gabarito para avaliação da Dentição de Bovinos.** Cronologia Dentária, Bovinos China. Ofício circular nº 20/2019/CGCOA/DIPOA/DAS/MAPA. 2019. Disponível em: <file:///C:/Users/rayta/Downloads/CCF_001305.pdf>. Acesso em: 17/01/2024.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal.** Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA). DECRETO Nº 9.013, DE 29 DE MARÇO DE 2017 – ATUALIZADO PELO DECRETO 10.468 DE 18 DE AGOSTO DE 2020. 2020. Disponível em: <<https://site.sindicarnes-sp.org.br/wp2/wp-content/uploads/2020/09/RIISPOA-Decreto1046820-AtualizacaoDecreto901317.pdf>>. Acesso em: 01/04/2024.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Gabinete Do Ministro). **Sistema Brasileiro de Classificação e Tipificação de Carcaças de Bovinos e Bubalinos - CLASSIBOV.** 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-setoriais/carne-bovina/2022/62a-ro-26-07-2022/proposta-de-nova-in-classibov_versao-final_vf.pdf>. Acesso em: 23/12/2023.

MCCORMICK, R. J. **The flexibility of the collagen compartment of muscle.** *Meat Sci.* 36(1-2):79-91. 1994. DOI: 10.1016/0309-1740(94)90035-3. PMID: 22061454. Acesso em: 24/06/2024.

MUELLER, L. F.; BALIEIRO, J. C. C.; FERRINHO, A. M.; MARTINS, T. DA S.; CORTE, R. R. P. DA S.; AMORIM, T. R. DE; FURLAN, J. DE J. M.; BALDI, F.; PEREIRA, A. S. C. **Gender status effect on carcass and meat quality traits of feedlot Angus \times Nellore cattle.** *Anim Sci J.*; 90: 1078–1089. 2019. DOI: 10.1111/asj.13250. Acesso em: 23/12/2023.

MÜLLER, L. **Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaça de novilhos.** 1.ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Imprensa Universitária, p.32. 1987. Acesso em: 25/03/2024.

MÜLLER, M.; PRADO, I. N.; LONO JUNIOR, A. R.; SCOMPARIM, X.; RIGOLON, L. P. **Diferentes fontes de gordura sobre o desempenho e características da carcaça de**

novilhas de corte confinadas. Acta Scientiarum. Animal Science, v.27, n.1, p.131-137. 2008. DOI: 10.4025/actascianimsci.v27i1.1250. Acesso em: 27/03/2024.

MUELLER, L. F.; BALIEIRO, J. C. C.; FERRINHO, A. M.; MARTINS, T. DA S.; CORTE, R. R. P. DA S.; AMORIM, T. R. DE; FURLAN, J. DE J. M.; BALDI, F.; PEREIRA, A. S. C. **Gender status effect on carcass and meat quality traits of feedlot Angus × Nelore cattle.** *Anim Sci J.*; 90: 1078–1089. 2019. DOI: 10.1111/asj.13250. Acesso em: 23/12/2023.

MLA – Meat Livestock Australia. **Meat Standards Australia Grading.** 2023. Disponível em: <<https://solutionstofeedback.mla.com.au/cattle/meat-standards-australia-grading/>>. Acesso em: 22/12/2023.

MSA - Meat Standards Australia. **Meat Standards Australia Beef Information kit. Tips & Tools.** 2018. Disponível em: <https://www.mla.com.au/globalassets/mla-corporate/marketing-beef-and-lamb/documents/meat-standards-australia/msa-beef-tt_full-info-kit-lr.pdf>. Acesso em: 27/12/2023.

NASEM - National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. **Nutrient requirements of beef cattle.** 8th revised edition. National Academy Press, Washington, DC, USA, 2016. DOI: 10.17226/19014 Acesso em: 02/06/2023.

OLIVEIRA, P. R. O.; OLIVEIRA, M. V. M.; BONIN, M. N.; ÁVALO, S. P.; CANCIO, P. F.; NASCIMENTO, J. D.; FERRAZ, A. L. J.; SURITA, L. M. A.; PIAZZON, C. J.; GALHARDO, A. G.; OLIVEIRA, D. M. **Carcass and meat characteristics of feedlot finished nelore cattle and their crossbreeds in the Brazilian Pantanal.** *Livestock Science*, Volume 244, 104360, ISSN 1871-1413, 2021. DOI: 10.1016/j.livsci.2020.104360. Acesso em: 05/03/2023.

PAGE, J. K.; WULF, D. M.; SCHWOTZER, T. R. **A survey of beef muscle color and pH.** *Journal of Animal Science*, Volume 79, Issue 3, March 2001, Pages 678–687, 2001. DOI:10.2527/2001.793678x. Acesso em: 27/03/2024.

PAULINO, P. V. R.; FILHO, S. de C. V. DETMANN, E.; VALADARES, R. F. D.; FONSECA, M. A., MARCONDES, M. I. **Deposição de tecidos e componentes químicos corporais em bovinos Nelore de diferentes classes sexuais.** *R. Bras. Zootec.*, v.38, n.12, p.2516-2524. 2009. DOI: 10.1590/S1516-35982009001200030. Acesso em: 24/06/2024.

RUBENSAM, J. M.; FELÍCIO, P. E. DE; TERMIGNONI, C. **Influência do genótipo *Bos indicus* na atividade de calpastatina e na textura da carne de novilhos abatidos no sul do Brasil.** *Food Sci. Technol* 18 (4). 1998. DOI:10.1590/S0101-20611998000400009. Acesso em: 30/05/2024.

SAINZ, R. D. **Qualidade das carcaças e da carne ovina e caprina.** In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 33. 1996. Acesso em: 26/12/2023.

SÁNCHEZ, D.; MARTI, S.; VERDÚ, M.; GONZÁLEZ, J.; FONT-I-FURNOLS, M.; DEVANT, M. **Characterization of Three Different Mediterranean Beef Fattening Systems: Performance, Behavior, and Carcass and Meat Quality.** *Animals*, 2022. DOI: 10.3390/ani12151960. Acesso em: 23/03/2024.

SHACKELFORD, S. D.; WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M. **Effect of the callipyge phenotype and cooking method on tenderness of several major lamb muscles.** *Journal of Animal Science*, Volume 75, Issue 8, Pages 2100–2105, 1997. DOI: 10.2527/1997.7582100x. Acesso em: 30/05/2024.

SIDONG, K.; TAEJUNG, C.; SUK, Y. B.; PARK, S.; JUN, S. H. **Estimates of genetic parameters of carcass traits under a national-scale genetic improvement scheme for beef cattle.** Division of Animal and Dairy Science, Chungnam National University, Daejeon, Korea. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2016. Disponível em: <<https://www.animbiosci.org/journal/Figure.php?xn=ajas-29-8-1083.xml&id=>>. Acesso em: 19/12/2023.

SCOT, C. **Cotações - Boi gordo.** 2024. Disponível em: <<https://www.scotconsultoria.com.br/>>. Acesso em: 17/01/2024.

VENKATA REDDY, B.; SIVAKUMAR, A. S.; JEONG, D. W.; WOO, Y. B.; PARK, S. J.; LEE, S. Y.; BYUN, J. Y.; KIM, C. H.; CHO, S. H.; HWANG, I. **Beef quality traits of heifer in comparison with steer, bull and cow at various feeding environments.** *J. Anim. Sci.* 86, 1–16. 2015. DOI: 10.1111/asj.12266. Acessado: 23/03/2024.

WEGLARZ, A. **Quality of beef from semi-intensively fattened heifers and bulls.** *Animal Science Papers and Reports*, 28, 207–218. 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/281543919_Quality_of_beef_from_semi-intensively_fattened_heifers_and_bulls>. Acesso em: 27/03/2024.

WESTON, A. R.; ROGERS, R. W.; ALTHEN, T. G. **Review: The Role of Collagen in Meat Tenderness.** *The Professional Animal Scientist*, Volume 18, Issue 2, Pages 107-111, ISSN 1080-7446. 2002. DOI: 10.15232/S1080-7446(15)31497-2. Acesso em: 24/06/2024.