

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

CAMYLLA PEDROSA MONTEIRO

Efeito da condição sexual sobre o desempenho, composição de carcaça e qualidade da carne de bovinos Nelore abatidos com um mesmo acabamento de carcaça

Pirassununga - SP

2023

CAMYLLA PEDROSA MONTEIRO

Efeito da condição sexual sobre o desempenho, composição de carcaça e qualidade da carne de bovinos Nelore abatidos com um mesmo acabamento de carcaça

Versão Corrigida

Tese apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Doutor em Ciências.

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal

Orientador: Prof. Dr. Saulo da Luz e Silva

Ficha catalográfica elaborada pelo
Serviço de Biblioteca e Informação, FZEA/USP,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M372e Monteiro, Camylla Pedrosa Monteiro
Efeito da condição sexual sobre o desempenho,
composição de carcaça e qualidade da carne de bovinos
Nelore abatidos com um mesmo acabamento de carcaça /
Camylla Pedrosa Monteiro Monteiro ; orientador
Saulo Da Luz e Silva. -- Pirassununga, 2023.
71 f.

Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia
de Alimentos, Universidade de São Paulo.

1. Produção Animal. 2. Bovinos de Corte. I. Da
Luz e Silva, Saulo, orient. II. Título.



CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "Efeitos do grau de acabamento e da condição sexual sobre desempenho, composição de carcaça e qualidade da carne de bovinos Nelore confinados", protocolada sob o CEUA nº 6493190121 (00 001044), sob a responsabilidade de **Saulo da Luz E Silva** e equipe; Camylla Pedrosa Monteiro - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi **APROVADA** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo - FZEA/USP (CEUA/FZEA) na reunião de 24/02/2021.

We certify that the proposal "Effects of the backfat thickness at slaughter and sexual condition on performance, carcass composition and meat quality of feedlot finished Nelore cattle", utilizing 72 Bovines (72 males), protocol number CEUA 6493190121 (00 001044), under the responsibility of **Saulo da Luz E Silva** and team; Camylla Pedrosa Monteiro - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11,794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **APPROVED** by the Ethic Committee on Animal Use of the School of Animal Science and Food Engineering - (São Paulo University) (CEUA/FZEA) in the meeting of 02/24/2021.

Finalidade da Proposta: Pesquisa (Acadêmica)

Vigência da Proposta: de 06/2021 a 08/2022 Área: Bovinocultura de Corte

Origem: Prefeitura do Campus USP Fernando Costa

Espécie: Bovinos

sexo: Machos

idade: 16 a 19 meses

Quantidade: 72

Unhaqem: Nelore

Peso: 350 a 380 kg

PIASSUNUNGA, 22 de abril de 2023

Profa. Dra. Luciane Silva Martello
Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da
Universidade de São Paulo - FZEA/USP

Profa. Dra. Fabiana Fernandes Bressan
Vice-Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da
Universidade de São Paulo - FZEA/USP

CAMYLLA PEDROSA MONTEIRO

Efeito da condição sexual sobre o desempenho, composição de carcaça e qualidade da carne de bovinos Nelore abatidos com um mesmo acabamento de carcaça

Tese apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Doutor em Ciências
Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal

Data de aprovação: __/__/____

Banca Examinadora:

Prof. Dr. _____

Instituição _____

Presidente da Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição _____

DEDICATÓRIA

Dedico a Deus que me deu a oportunidade da vida, por ter me abençoado e por me dar forças e sabedoria para cumprimento de mais uma etapa muito importante em minha vida.

Aos meus pais, Cerjo Henrique Marques Monteiro e Conceição Aparecida Pedrosa Cruz, por terem me dado educação, amor incondicional e por não medirem esforços em apoiar sempre todos meus sonhos.

A minha avó Claudete e meu avô Diomar, por serem meus exemplos de honra e respeito às pessoas e à todos os animais.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por permitir esse cumprimento de mais uma etapa em minha vida, e por ter permitido que eu tivesse saúde, força e determinação ao longo de toda minha pós-graduação em Pirassununga, obrigada Deus por nunca ter me desamparado nessa caminhada nos momentos de glória e também nos desafios.

Aos meus pais, Cerjo Henrique Marques Monteiro e Conceição Aparecida Pedrosa Cruz, por terem me dado a vida, amor, suporte, sabedoria e incentivo sempre em meus estudos, obrigada por serem desde sempre meu alicerce e minha luz, muito obrigada por nunca medirem esforços para que fosse possível eu realizar meus sonhos e alcançar meus objetivos profissionais, e por me apoiarem nos momentos difíceis e de desafios, essa vitória é nossa. Ao meu irmão Cayo e minha sobrinha Maria Júlia que me proporcionam momento de tanta felicidade e pureza, obrigada por me fazerem rir e me sentir amada.

Aos meus avós Claudete Pedrosa (Vovó Detinha, *In memorium*), Diomar (Vovô Diomar, *In memorium*) e Ana Maria (Vó Ana), vocês são meu principal exemplo de nobreza, de luta e de amor e respeito ao próximo e aos animais, obrigada por tanto, amo vocês para sempre.

Ao Gustavo Methner Schmidt obrigada por o apoio ao longo dessa jornada e por ter vibrado junto de mim nas conquistas e aprendizados.

Ao meu querido orientador Prof. Dr. Saulo da Luz e Silva, obrigada professor primeiramente pela oportunidade em me orientar, por a amizade, conselhos, “puxões de orelha” e paciência e compreensão que teve ao longo de meu doutorado, tenho uma grande admiração por o profissional e a pessoa que és.

Aos Professores e Doutores Paulo Leme, Rodrigo Goulart, Arlindo, Angélica, Cristiane Tito e Evaldo Tito (*In memorium*) obrigada a todos por todos os conhecimentos adquiridos ao longo desse período.

Às minhas queridas amigas Melina Barcelos e Larissa Martins, por serem um dos principais presentes que levo ao longo de minha jornada em Pirassununga, obrigada por desde ao meu mestrado me acompanharem, e obrigadaa por me fortalecerem sempre, vocês duas são muito importantes para mim.

Aos tão queridos e amados amigos que fiz durante minha jornada em Pirassununga: Melina, Larissa Martins (Lari), Gabriel Ramirez, Gustavo Freu, Carlos, Bruna Gomes, Brunna Granja, Daniele Fonseca (Dani), Elizangela (Eli), Messy, Jéssica, Roberta Cracco, Ana Bertolini, Gabriele Voltareli, Ana Pavaneli, Viviane Ferrari (Vivi), Rafael (Ipiaçu), Rafael (Ceará), Widson Pereira (Zé), Emanuel Manica (Manu), Thiago de Almeida (Severino), Priscila Silva (Pri), Ingrid, Natalia Minami e Paulo Pelissari. Eu

tenho tanto a agradecer a vocês, obrigada por tornar essa jornada da pós-graduação mais leve e mais divertida.

Aos animais que sempre me ensinam sobre respeito, e me orientam a ser uma pessoa melhor, além de me propiciarem a ser a porta voz deles em momentos que estes não conseguem se expressar por palavras.

Aos colegas de laboratório do LAAQC Mariane Beline, Daniela Vasco, Ana e Luiza que auxiliaram na execução do experimento e coleta de dados.

Aos colegas da pós graduação do CEBER e de outros laboratórios que não mediram esforços para me ajudar durante coletas do experimento e sempre que possível me deram palavras de incentivo, obrigada em especial para Danilo Brito, Daniela Almeida, Daniel Antonelo, Mariane, Ana, Juan, Messy, Douglas, Victor, Helena, Arícia, Vicente, Patrícia e Ana Cláudia obrigada a todos por todo apoio e amizade.

Aos queridos e tão importantes estagiários que foram primordiais para a condução deste experimento, e que não mediram esforços ao trabalhar, mesmo com a pandemia e ocorrências ambientais que ocorreram durante o nosso período experimental. Meus sinceros agradecimentos à Fabiana (Chinchila), Enzo Ribeiro, Vinícius Bovi (Ganso), Isabela Wolf (Desembarque), Daniela Steula (Dani), Beatriz Moreno (Bronze), Rafaela Nunes (Uber), Felipe Sato (Fê), Yngrid Mayuri, Victória Del Bel, Carol Moraes, Luan Boriollo, Mirian Ayumi, Renata Melo, Luciana Nascimento, Leonardo Velloso, Manuela Queiroz, Hélio Capucci, Jéssica de Almeida, Mariane Logli, Aimee Gomes, Maria Luiza Bortolosso, Isabela de Campos, Luisa Yamamoto, Maria Giulia Gaspar, Amanda Regacini, Marina Benfati, João Pedro Gomes, Amanda de Carli, Eloiza Guerra. Tenho muita gratidão e respeito a cada um de vocês, saibam que onde eu estiverem terão um ombro amigo.

Aos queridos funcionários Zanquetin, Ricardinho, Sr. Manoel, Alex, Armando, Valdir, Paulinho, Gustavo, Macarrão, Sr. Claudio e demais funcionários da fábrica de ração, e os funcionários do abatedouro escola da USP: Elsio, Andreza, Sr. Dito, Maurício Scharlack e Maurício Pagott. Obrigada de coração a todos vocês por me ajudarem sempre que precisei, por as palavras amigas e de incentivo e aos momentos de diversão, aprendi muito com cada um de vocês.

A todos meus amigos que adquiri ao longo da vida que de modo direto e indireto me apoiaram mesmo a distância ao longo do percurso em minha pós-graduação e que estão comigo sob qualquer circunstância, em especial à Katânia, Andressa, Ludmilla e Elizangêla (Eli), que tanto me apoiaram com palavras de incentivo e amor.

A Universidade Federal de Uberlândia (UFU), onde me tornei Médica Veterinária, profissão que tenho tanto orgulho, obrigada a todos meus professores da UFU que influenciaram meu amor e respeito pela Medicina Veterinária, pelos nossos animais e

pela pesquisa. Agradeço em especial a professora Anna Monteiro, que tanto me incentivou a realizar meu doutorado.

À Universidade de São Paulo, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos e Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, por ter me proporcionado tanto conhecimento e oportunidades ao longo de minha pós-graduação.

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

A todos citados, os meus sinceros agradecimentos...

**“A maior recompensa para o trabalho do homem não é o que ele ganha com isso,
mas o que ele se torna com isso.” (John Ruskin)**

RESUMO

MONTEIRO C.P. **Efeito da condição sexual sobre o desempenho, composição de carcaça e qualidade da carne de bovinos Nelore abatidos com um mesmo acabamento de carcaça.** 2023. 71 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2023.

Este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar o desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de bovinos de diferentes condições sexuais abatidos com acabamento mínimo de 4 mm de gordura. Setenta e dois bovinos da raça Nelore, com peso médio inicial de 350 ± 30 kg e média de idade de 20 meses, foram distribuídos em um dos seguintes tratamentos: Novilhas (NOV, n=12); Castrados Cirurgicamente (CC, n=12); Imunocastrados (IM, n=24); e Não-castrados (NC, n=24). Os animais foram alojados em baias coletivas equipadas com portões eletrônicos ou baias individuais e alimentados com uma mesma dieta durante o período de confinamento (média de 100 dias). No início e fim do período experimental os bovinos foram pesados e avaliados por ultrassonografia, para determinação da espessura de gordura subcutânea. O abate foi realizado quando os animais de ambas as condições sexuais atingiram um mínimo de espessura de gordura de 4 mm. Após 24 horas de resfriamento foi avaliado o pH e temperatura da carcaça e o peso e rendimento do dianteiro (entre a 5ª e a 6ª costelas), traseiro pistola e ponta de agulha. Em seguida, o quarto traseiro foi desossado e determinado os pesos dos ossos, cortes comerciais e aparas de gordura. Amostras do músculo *Longissimus* foram coletadas e maturadas (0, 7 e 14 dias) para avaliação de perdas por cocção, cor e força de cisalhamento. Todos os dados foram analisados utilizando o procedimento MIXED do software SAS. Os animais NC apresentaram maiores pesos vivo final, ganhos médios de peso, pesos de carcaça quente e pesos de carcaça fria ($P < 0,05$) quando comparado com CC, IM e NOV. Como também, bovinos NC obtiveram maiores pesos de dianteiro e cortes comerciais do traseiro, como Patinho, Lagarto, Coxão duro, Coxão mole e Músculo quando comparado a carcaça de CC, IM e NOV ($P < 0,05$). Novilhas apresentam maior EGS e gordura renal, pélvica e inguinal quando comparado aos animais NC, CC e IM ($P < 0,05$). Não houve efeito da condição sexual para cor (L^* , a^* e b^*) e perdas por cocção. Novilhas apresentaram carne mais macia em comparação aos machos NC, IM e CC ($P < 0,05$), no entanto as demais condições sexuais, não diferiram entre si. De acordo com os resultados obtidos, a

condição sexual influência nas características de desempenho e características de carcaça. Quando adotado como critério de abate espessura de gordura subcutânea mínima de 4 mm em bovinos da raça Nelore não há diferença de maciez entre bovinos machos (NC, IM e CC).

Palavras-chave: Acabamento de gordura, Gênero, Desempenho, Qualidade de carne.

ABSTRACT

MONTEIRO C. P. **Effect of sexual condition on performance, carcass composition and meat quality of Nelore cattle slaughtered at the same finishing degree.** 2023. 71 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2023.

This study was carried out to evaluate the performance, carcass characteristics and meat quality of cattle of different sexual conditions slaughtered with a minimum of 4 mm of backfat thickness. Seventy-two Nelore cattle, with an average initial weight of 350 ± 30 kg and an average age of 20 months, were assigned to one of the following treatments: Heifers (NOV, n=12); Surgically Castrated (CC, n=12); Immunocastrated (IM, n=24); and Non-castrated (NC, n=24). The animals were housed in collective pens equipped with electronic gates or individual pens and fed the same diet during the confinement period (100 days). At the beginning and end of the experimental period, the cattle were weighed and evaluated by ultrasonography to determine the subcutaneous fat thickness. The slaughter was performed when the animals of both sexual conditions reached a minimum fat thickness of 4 mm. After 24 hours of chilling, the pH and temperature of the carcass and the weight and yield of the forequarter (between the 5th and 6th ribs), pistol hindquarters and combined plate, flank and short ribs were obtained. Then, the hindquarters were deboned and bone, commercial cuts, and fat trimmings weights, were determined. Longissimus thoracis samples were collected and aged (0, 7 and 14 days) for cooking losses, color (L^* , a^* , b^*) and shear force evaluations. All data were analyzed using the MIXED procedure of the SAS software. NC animals showed higher final body weights, average daily gain, hot and cold carcass weights ($P < 0.05$) when compared to CC, IM and NOV. In addition, NC cattle had higher forequarter weights and commercial hindquarter cuts, such as knuckle, eye of round, outside flat and inside when compared to CC, IM and NOV carcasses ($P < 0.05$). Heifers have higher EGS and renal, pelvic and inguinal fats when compared to NC, CC and NC ($P < 0.05$). There was no effect of sexual condition for color (L^* , a^* and b^*) and cooking losses. Heifers had softer meat compared to NC, IM and CC males ($P < 0.05$), however the other sexual conditions did not differ. According to the results, the sexual condition influences the performance traits and carcass traits. When adopted as a slaughter criterion a minimum subcutaneous fat

thickness of 4 mm, there is no difference in tenderness between male cattle (NC, IM and CC) in Nellore cattle.

Key-words: Gender, Backfat endpoint, Performance, Meat quality.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição percentual das dietas (na MS)	37
Tabela 2. Número de animais por abate de acordo com a condição sexual e data de abate.....	39
Tabela 3. Médias, erro-padrão da média (\pm) e probabilidades ($Pr > F$) das características de desempenho de acordo com a condição sexual.....	42
Tabela 4. Médias, erro-padrão da média (\pm) e probabilidades ($Pr > F$) das características de carcaça no abate, de acordo com a condição sexual.....	43
Tabela 5: Médias, erro-padrão da média (\pm) e probabilidades ($Pr > F$) dos pesos e rendimentos dos quartos das carcaças, de acordo com a condição sexual	44
Tabela 6: Médias, erro-padrão da média (\pm) e probabilidades ($Pr > F$) dos pesos e rendimentos dos cortes comerciais, de acordo com a condição sexual	45
Tabela 7: Médias, erro-padrão da média (\pm) e probabilidades ($Pr > F$) dos pesos dos cortes comerciais do traseiro, de acordo com a condição sexual.....	46
Figura 1. Médias erro-padrão da média (I) dos valores de força de cisalhamento, de acordo com o tempo de maturação e condição sexual.....	45
Figura 2. Médias erro-padrão da média (I) dos valores de perdas por cocção, de acordo com o tempo de maturação e condição sexual.....	45
Figura 3. Médias, erro-padrão da média (I) dos valores de cor L^* em função do período de maturação e da condição sexual.....	48
Figura 4. Médias, erro-padrão da média (I) dos valores de cor a^* em função do período de maturação e da condição sexual.....	49
Figura 5. Médias, erro-padrão da média (I) dos valores de cor b^* em função do período de maturação e da condição sexual.....	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a*	Componente vermelho verde
AOL	Área de olho de lombo
b*	Componente amarelo azul
CC	Castrado cirurgicamente
DFD	<i>Dark, firm and dry</i>
EA	Eficiência Alimentar
EGS	Espessura de gordura subcutânea
EPM	Erro padrão da média
FC	Força de cisalhamento
FSH	Hormônio folículo estimulante
GMD	Ganho médio de peso diário
GnRH	Hormônio liberador de gonadotrofina
GRPI	Gordura renal, pélvica, inguinal
IM	Imunocastrado
IMS	Ingestão de matéria seca
Kg	Quilogramas
L*	Luminosidade
LH	Hormônio luteinizante
NC	Não-castrado
NOV	Novilhas
PQC	Peso de carcaça quente
pH	Potencial de hidrogênio
PPC	Perdas por cocção
PVI	Peso vivo inicial
PVF	Peso vivo final
RCQ	Rendimento de carcaça quente
RCF	Rendimento de carcaça fria
WBSF	<i>Warner-Bratzler Shear Force</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	19
1.1 HIPÓTESE.....	20
1.2 OBJETIVO GERAL.....	20
2. REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1. Panorama Brasileiro	20
2.2 Condição sexual.....	21
2.2.1 Bovinos não-castrados.....	21
2.2.2 Castração cirúrgica.....	22
2.2.3 Imunocastração	23
2.2.4 Novilhas	24
2.3 Efeito da condição sexual sobre o desempenho.....	25
2.3.1 Ganho médio de peso e eficiência alimentar	25
2.3.2 Características de carcaça	26
2.3.3 Rendimento de cortes e composição de carcaça.....	27
2.3.4 Área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea	29
2.4 Efeito da condição sexual sobre a qualidade da carne.....	31
2.4.1 Cor, pH, capacidade de retenção de água.....	32
2.5 Maciez.....	33
3. MATERIAL E MÉTODOS	35
3.1 Local.....	35
3.2 Animais, instalações e alimentação	35
3.3 Castração Cirúrgica.....	36
3.4 Imunocastração.....	37
3.5 Avaliações de desempenho e de carcaça por ultrassom.....	37
3.6 Abate	37
3.2 Avaliações de carcaça.....	38
3.3 Desossa e coleta de amostras	38
3.4 Cor, pH, força de cisalhamento e perdas por cocção.....	39
3.12 Análise Estatística.....	40
4. RESULTADOS	41
5. DISCUSSÃO.....	49
6. CONCLUSÃO.....	63

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos principais países exportadores de carne bovina, e mesmo com restrições impostas pela pandemia mundial de COVID19, o país conseguiu manter sua posição de protagonismo no mercado internacional de carnes. No entanto, para que o país consiga assegurar e alcançar novos mercados, é necessária a adoção de novas estratégias e tecnologias que visem à melhoria na eficiência produtiva, desempenho e qualidade da carne dos animais, associados à sustentabilidade do sistema de produção e bem-estar dos animais.

O desempenho, as características de carcaça e a qualidade da carne dos bovinos podem ser influenciados por fatores como raça, idade, condição sexual, sistema de criação, entre outros. Em relação à condição sexual, bovinos não-castrados geralmente apresentam um maior desempenho e eficiência produtiva, devido principalmente ao efeito anabólico do hormônio testosterona, porém depositam menos gordura na carcaça, em comparação às demais condições sexuais em mesma idade, o que pode afetar negativamente a qualidade da carne desses animais. Além do mais, bovinos não-castrados são mais reativos e susceptíveis ao estresse, o que torna o manejo mais arriscado, além de causar uma maior incidência de hematomas na carcaça e, conseqüentemente, prejuízos para a indústria e os produtores.

Por outro lado, a castração cirúrgica dos bovinos, além de reduzir a agressividade, favorece a maior deposição de gordura, e conseqüentemente, melhorias na qualidade da carne. Além de que, a castração cirúrgica pode reduzir o bem-estar, o desempenho produtivo e aumentar a taxa de mortalidade dos animais. Desse modo, métodos distintos de castração podem ser alternativas para esse problema.

Nesse sentido, a imunocastração é um método de castração que gera uma reação imune contra o hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH), levando a diminuição da concentração de testosterona no organismo, sem causar dor ou desconforto aos animais. No geral, a imunocastração é realizada próximo a fase de terminação, tornando possível o aproveitamento do efeito anabólico da testosterona ao longo da recria, diminuindo a agressividade dos bovinos durante a fase de terminação, além de propiciar um acabamento de gordura semelhante ao de animais castrados sem interferir no bem-estar dos mesmos.

Um ponto importante a ser considerado, quando se quer avaliar o efeito da condição sexual, especialmente sobre a qualidade da carne, é a composição corporal dos animais, principalmente a deposição de gordura subcutânea, pois ela tem um impacto importante na maciez (especialmente quando é insuficiente). Não raro, em estudos realizados visando avaliar esses efeitos, comparam animais abatidos em um mesmo peso ou tempo de alimentação, desconsiderando a deposição de gordura, especialmente em relação a animais zebuínos.

Diante disso, são necessários mais estudos que visem avaliar os animais de diferentes condições sexuais com deposição de gordura subcutânea adequada (>4 mm), visando evitar o confundimento do efeito desse fator em relação à condição sexual.

1.1 HIPÓTESE

A hipótese foi que bovinos da raça Nelore de diferentes condições sexuais, quando terminados em confinamento com dietas de alta energia, abatidos jovens e com gordura subcutânea adequada (>4 mm) apresentam qualidade da carne semelhante.

1.2 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral do estudo foi avaliar o desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de bovinos Nelore de diferentes condições sexuais terminados em confinamento, abatidos jovens e com acabamento mínimo de gordura subcutânea de mínimo de 4 mm.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Panorama Brasileiro

A demanda por produtos cárneos tem aumentado com o crescimento da população mundial, sendo assim, essencial que a indústria da carne aumente sua produtividade associada a segurança e qualidade alimentar (NEEDHAM et al., 2019; MUELLER et al., 2019). Nos últimos anos o Brasil foi capaz de reafirmar na sua posição de protagonismo na exportação mundial de carne, conseguindo manter e conquistar novos mercados nacionais e internacionais, mesmo com o cenário conturbado da pandemia mundial de 2019 (ABIEC, 2020).

No entanto para que o Brasil consiga manter sua posição de protagonismo e atingir novos mercados internacionais, é necessário um sistema produtivo mais eficiente,

sustentável, com um produto final de boa qualidade e que leve em conta também o bem-estar dos animais de produção (MACHADO et al., 2018). Segundo Anaruma et al. (2020) a demanda por carne vermelha está aumentando, no entanto, essa maior demanda é por carne de carcaças de alta qualidade, sendo necessário a implementação de novas estratégias e que sejam viáveis economicamente.

Diante disso, a utilização de diferentes condições sexuais com acabamento adequado de gordura em bovinos de corte pode ser uma estratégia para se obter uma carne atrelada a uma produção eficiente e com aprimoramento nas características sensoriais de carne (ANARUMA et al., 2020).

2.2 Condição sexual

A condição sexual pode influenciar desde o desempenho, taxa de crescimento, características de carcaça e qualidade da carne (MILLER, 2001; SILVA et al., 2014), principalmente devido a diferentes concentrações de hormônios sexuais em cada condição de gênero, devido ao efeito direto e indireto da testosterona nos diferentes tecidos corporais dos animais (CROSS; SCHANBACHER; CROUSE, 1984).

A testosterona é um hormônio produzido nos testículos de machos não-castrados. Os testículos são órgãos com dupla função, responsáveis por a produção de espermatozoides e secreção de testosterona. A produção de testosterona é controlada pelo hipotálamo, que secreta o hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH), o principal regulador da função sexual e reprodutiva dos animais (AMATAYAKUL-CHANTLER et al., 2012).

O GnRH é secretado pelo hipotálamo e age sobre a hipófise, estimulando a secreção dos hormônios folículo-estimulante (FSH) e luteinizante (LH). O FSH é responsável pela síntese dos espermatozoides nos túbulos seminíferos, enquanto o LH estimula a secreção de testosterona nas células intersticiais (REECE, 2006).

A testosterona é importante para estimular a produção de espermatozoides e para o desenvolvimento das características sexuais secundárias nos machos. Com isso, esse hormônio tem uma função anabólica, promovendo o aumento da massa muscular e do anabolismo proteico em animais do sexo masculino (MOLETTA et al., 2014; MACHADO et al., 2018; VITTORI et al., 2007).

2.2.1 Bovinos não-castrados

Para produzir carne de forma mais produtiva e eficiente, uma das principais opções é utilizar bovinos não-castrados (NC). Esses animais apresentam maiores concentrações de testosterona sérica em comparação as novilhas e aos bovinos castrados cirurgicamente, sendo que a testosterona estimula a síntese e deposição de proteína. Conseqüentemente, há uma melhor eficiência alimentar, taxa de crescimento, relação entre músculos e ossos, ganho médio de peso diário e peso final, além de rendimentos superiores de carcaça e cortes comerciais (FIELD, 1971; COSGROVE et al., 1996; HERNANDEZ et al., 2005; CROSS; SCHANBACHER; CROUSE, 1984; MOLETTA et al., 2014; MACHADO et al., 2018; MOLONEY; MCGEE, 2017). Por isso, o uso de bovinos NC tem se tornado cada vez mais desejável na indústria de carne (LUCHIARI FILHO, 2000; BALL et al., 2018).

No entanto, apesar das vantagens, os animais NC geralmente são mais agressivos e reativos na presença de seres humanos, o que torna o manejo mais estressante e perigoso para as pessoas envolvidas e também aos próprios animais. Durante o transporte pré-abate, por exemplo, a maior reatividade dos NC aumenta a ocorrência de hematomas na carcaça, gerando prejuízos financeiros para produtores e frigoríficos (RESTLE et al., 2000; GÓMEZ et al., 2017; SILVA et al., 2014). Além do mais, a reatividade pode afetar a qualidade da carne, influenciando o produto final.

Outro aspecto a ser considerado é a deposição tardia de gordura nesses dos NC, quando comparados a outras condições sexuais de mesma idade cronológica. Esse fator pode afetar negativamente a qualidade das carcaças e da carne dos NC, uma vez que a menor deposição de gordura pode resultar em carne menos macia, mais escura e com palatabilidade reduzida (PURCHAS et al., 2002).

2.2.2 Castração cirúrgica

A castração cirúrgica de bovinos machos é uma prática amplamente utilizada na pecuária de corte para melhorar a qualidade da carcaça e reduzir a agressividade dos animais (AMATAYAKUL-CHANTLER et al., 2012; CROSS; SCHANBACHER; CROUSE, 1984; MIGUEL et al., 2014). Com a remoção cirúrgica dos testículos, há uma supressão da concentração do hormônio testosterona, o que leva à diminuição das características sexuais secundárias masculinas e, conseqüentemente, à redução da agressividade e do comportamento sexual indesejável. Com isso, animais castrados tornam-se mais fáceis de manejar, o que pode diminuir a ocorrência de acidentes, além

de reduzir lesões em carcaças (AMATAYAKUL-CHANTLER et al., 2012; ANARUMA et al., 2020; BROWN et al., 2015; GÓMEZ et al., 2017). Além dessas vantagens, essa técnica tem sido utilizada como uma ferramenta alternativa para a produção de carcaças mais uniformes e com maior espessura de gordura subcutânea, o que resulta em carnes com melhor aspecto visual, maciez, suculência e aceitabilidade pelo consumidor, quando comparado a carne de animais NC (SILVA et al., 2014; MAZON et al., 2019; GÓMEZ et al., 2017; ANTONELLO et al., 2017). Além disso, as carcaças de bovinos castrados cirurgicamente (CC) geralmente apresentam maior porcentagem de cortes na região traseira que são considerados cortes mais valiosos e valorizados pela indústria frigorífica (SILVA et al., 2014).

Apesar dos benefícios associados à castração cirúrgica, há controvérsias em relação a viabilidade econômica. Isso ocorre devido a redução dos níveis de testosterona, que causam uma redução do anabolismo proteico tornando os animais menos eficientes e com menores taxas de crescimento, peso ao abate, eficiência alimentar e rendimento de carcaça (MILLER, 2001; SCHANBACHER, 1982; HERNANDEZ et al., 2005). Para mais, em função da castração ser um procedimento cirúrgico, é uma prática questionável do ponto de vista do bem-estar animal, por gerar dor e desconforto nos bovinos, além de apresentar, algumas vezes, complicações no pós-operatório (GRANDIN, 2014; MIGUEL et al., 2013).

Nos dias atuais tem aumentado a conscientização e o interesse dos consumidores e da cadeia produtiva como um todo, em relação ao bem-estar dos animais de produção (BROWN et al., 2015). De acordo com Grandin (2014) a castração está entre as principais causas de dor, estresse, e sofrimento de bovinos de corte, pois esse manejo pode gerar inflamações e dores no pós-operatório, além de aumentar o risco de morte dos animais, caso não seja bem executada. Além de tudo, a castração cirúrgica pode causar menor ingestão de matéria seca nos dias subsequentes ao procedimento cirúrgico, ocasionando perdas de peso e redução do desempenho (MARTI et al., 2017; MAZON et al., 2019).

Diante disso, outras estratégias de castração têm sido buscadas, visando melhorias na qualidade da carcaça e da carne, associadas ao desempenho produtivo, bem-estar dos animais, e com um bom custo-benefício para os produtores e indústria. Entre essas estratégias, destaca-se a imunocastração.

2.2.3 Imunocastração

A imunocastração ou castração imunológica consiste na imunização ativa, ou seja a produção de anticorpos contra o GnRH (MOLONEY; MCGEE, 2017; MACHADO et al., 2018; GÓMEZ et al., 2017; MAZON et al., 2019). Com a inibição da produção do GnRH no hipotálamo, ocorre a bloqueio da secreção dos hormônios FSH e LH pela hipófise e, conseqüentemente, inibição da espermatogênese, redução gradual da produção de testosterona, além de causar uma supressão do crescimento testicular e da circunferência escrotal (ASCOLI; PUETT, 2009; OLIVER et al., 2003; JANETT et al., 2012; MACHADO et al., 2018). Desse modo, com essa técnica é possível castrar os bovinos sem procedimento cirúrgico, sendo, portanto, uma alternativa a castração convencional e também um método de castração favorável ao bem-estar animal (GÓMEZ et al., 2017; DUNSHEA et al., 2005; MAZON et al., 2019). Algumas pesquisas observaram que a concentração de testosterona de animais imunocastrados (IM) é semelhante à de animais castrados cirurgicamente, demonstrando a eficiência da imunocastração (AMATAYAKUL-CHANTLER et al., 2013; GÓMEZ et al., 2017).

A vacina de imunocastração também possibilita a castração tardia dos animais, podendo ser realizada no início da fase da terminação, possibilitando ganhos de produção e desempenho na recria, semelhante a de animais NC (AMATAYAKUL-CHANTLER et al., 2013; ÁLVAREZ-RODRÍGUEZ et al., 2017). Além do mais, com a castração imunológica semelhante à castração cirúrgica ocorre uma maior deposição de gordura subcutânea proporcionando uma melhoria na qualidade da carne e carcaça, porém sem prejudicar o bem-estar dos animais (AMATAYAKUL-CHANTLER et al., 2013; ÁLVAREZ-RODRÍGUEZ et al., 2017; AMATAYAKUL-CHANTLER et al., 2012; MOLONEY; MCGEE, 2017; GÓMEZ et al., 2017; JANETT et al., 2012).

2.2.4 Novilhas

De modo geral as novilhas (NOV) em rebanhos comerciais em fazendas de gado de corte são destinadas para reprodução, no entanto, ao longo dos anos a indústria de carnes e/ou produtor tem optado em utilizar esses animais para atender a demanda de alguns mercados de carne específicos (VENKATA REDDY et al., 2014). Dentre as vantagens do uso de NOV em confinamentos pode-se destacar a oportunidade do uso de animais jovens, que atingem o ponto de abate em menor tempo (20 a 24 meses de idade) quando comparado aos bovinos machos, além de apresentarem melhor capacidade de produzir carne com características desejáveis ao consumidor (MUELLER et al., 2019;

VENKATA REDDY et al., 2014). Logo, a engorda de NOV pode ser uma alternativa interessante para sistemas de terminação com dieta de alto concentrado, quando a qualidade da carne é levada em conta (BLANCO et al., 2020). No entanto, apesar das vantagens, novilhas geralmente apresentam desempenho inferior aos bovinos machos no geral, devido a menor produção de testosterona em fêmeas.

2.3 Efeito da condição sexual sobre o desempenho

A condição sexual pode influenciar desde a taxa de crescimento à composição do ganho dos animais, em razão aos efeitos dos hormônios esteroides sexuais principalmente a testosterona (MOLONEY; MCGEE, 2017). Desse modo, em virtude das propriedades anabólicas da testosterona, bovinos machos NC podem apresentar maior ganho de peso, eficiência alimentar, peso corporal e rendimento de carcaça em relação as demais condições sexuais (MOREIRA et al., 2014; MACHADO et al., 2018; MOLONEY; MCGEE, 2017).

2.3.1 Ganho médio de peso e eficiência alimentar

O ganho de peso, assim como as demais características de desempenho, podem ser influenciados por a condição sexual (WEGLARZ, 2010; MUELLER et al., 2019). Blanco et al. (2020) avaliaram o desempenho de bovinos de diferentes condições sexuais (NC, CC e NOV) da raça Pirenaica, abatidos com peso corporal comum (475 kg) e como resultados, observaram que bovinos NC apresentaram maior ganho de peso em relação a bovinos CC e NOV, durante todo o período de engorda, enquanto os CC apresentaram maior ganho de peso que as NOV. O abate foi realizado com base no peso corporal e, como o esperado, os animais NC atingiram o peso de abate primeiro, e após 49 e 60 dias dos abates dos NC, foram abatidos os CC e NOV, respectivamente. Os mesmos autores observaram três fases ao longo do confinamento em relação ao ganho de peso, onde a primeira (235 a 315 kg) a classificação por ganho de peso ao longo do confinamento foi $NC > CC > NOV$, enquanto nas fases seguintes (315 a 395 kg e 395 a 475 kg) os ganhos de peso de bovinos NC foram maiores, porém CC e NOV não diferiram entre si. Em resumo, foi observado que animais NC apresentam maiores ganhos de pesos em relação as demais condições sexuais (CC e NOV) em todas as fases do confinamento, enquanto CC possuem desempenho mais rápido que NOV.

Outros autores também observaram que bovinos NC apresentaram maiores ganhos de peso em relação a bovinos CC (MARTI et al., 2017), NOV (HEDRICK et al., 2018), CC e IM (MACHADO et al., 2018), IM e CC (GÓMEZ et al., 2017) e IM (ANTONELO et al., 2017).

Com relação aos ganhos de peso entre os grupos CC, IM e NOV, são encontrados diversos resultados na literatura, como o relatado por Hedrick et al. (2018), que observaram que CC e NOV apresentaram ganhos semelhantes, enquanto King et al. (2005), observaram que NOV obtiveram maiores ganhos em relação a bovinos CC. Já com relação a animais IM, Gómez et al. (2017) relataram maior ganho para o grupo CC em relação ao IM.

As novilhas geralmente apresentam menores ganhos de peso quando comparados a IM e NC (BURES; BARTON, 2012; MARCONDES et al., 2008). No entanto, esses animais podem atingir o ponto de abate mais precocemente, diante disso, é necessário o cuidado para que essas novilhas não sejam abatidas com espessura de gordura excessiva (VENKATA REDDY et al., 2014).

Em relação a eficiência alimentar bovinos NC são 14% a 17% mais eficientes do que bovinos CC e 20% mais eficientes do que NOV (MOLONEY; MCGEE, 2017). Jenkins e Ferrell (1984) também relataram que os bovinos NC foram mais eficientes do que novilhas em relação ao consumo de ração *ad libitum*. Hedrick et al. (2018) relataram que bovinos NC apresentaram maior eficiência alimentar em relação as NOV e aos bovinos CC. Antonelo et al. (2017) demonstraram que machos NC apresentaram maiores ganhos médios diários e pesos finais de carcaça em relação a IM. Além disso, os bovinos NC quando comparados aos imunocastrados apresentaram menor consumo de matéria seca, sendo, portanto, mais eficientes. Semelhante ao encontrado, Gómez et al. (2017) com bovinos da raça Nelore de diferentes condições CC cresceram mais rápido e eficientemente do que os IM.

Em síntese, de acordo com os trabalhos apresentados, bovinos NC de modo geral apresentam maiores ganhos de peso diário e maior eficiência alimentar devido a influência dos hormônios sexuais masculinos (MACHADO et al., 2018). Onde, segundo Seideman et al. (1982) e Anaruma et al. (2020) o efeito dos hormônios androgênicos fornecem aos NC uma vantagem de 10 a 20% no ganho diário e aproximadamente 15% a mais de eficiência alimentar em relação a outras condições sexuais.

2.3.2 Características de carcaça

As características de carcaça também podem ser influenciadas pela condição sexual (VENKATA REDDY et al., 2014). No entanto, os resultados entre diferentes condições sexuais podem ser variáveis (GÓMEZ et al., 2017).

Mueller et al. (2019) avaliaram bovinos cruzados Angus x Nelore de diferentes condições sexuais, abatidos com 190 dias de confinamento e relataram que animais NC apresentaram maior peso de carcaça quente (PQC), seguido dos IM e NOV (sem diferenças entre ambos). Gómez et al. (2017) com bovinos Nelore NC, CC e IM confinados por 90 dias, também observaram maior PCQ e rendimento de carcaça (RCQ) dos NC em comparação aos IM e CC. Machado et al. (2018) realizaram uma metanálise e também identificaram que bovinos NC apresentaram maiores pesos ao abate e também PCQ em relação aos CC e IM, além do mais, os autores observaram que os bovinos IM apresentaram maior peso ao abate e PCQ em relação aos CC.

Semelhante também ao encontrado em outros estudos, Anaruma et al. (2020) constataram que bovinos Nelore CC terminados a pasto mostraram menor desempenho, peso e RCQ em comparação aos NC. Onde, de acordo com os mesmos autores, apesar dos CC exibirem menores taxas de crescimento e rendimentos de carcaça em relação aos NC, os CC apresentaram maior gordura e melhor qualidade de carne.

Considerando PCQ de novilhas, Bures e Barton (2012), com bovinos NC e NOV abatidos de mesma idade, os autores visualizaram que os NC foram mais pesados e produziram maiores PCQ. Moore et al. (2012) e King et al. (2006), também observaram menores PCQ de novilhas em novilhas em relação a demais condições sexuais. Choi et al. (2002) atribuem menores pesos finais e de PCQ em novilhas devido ao estro, pois segundo esses autores, nesse período as fêmeas geralmente se movimentam em maior escala, ocasionando assim maiores perdas de energias, que poderiam ser destinadas ao crescimento muscular. No entanto mesmo novilhas apresentando menor peso de carcaça quente, as mesmas tendem a atingir a maturidade muscular e esquelética mais precocemente e assim alcançando o período de abate em menor período em relação aos machos (VENKATA REDDY et al., 2014).

2.3.3 Rendimento de cortes e composição de carcaça

No sistema de divisão das carcaças no Brasil, as meias-carcaças são normalmente divididas em dianteiro com as cinco primeiras costelas, ponta de agulha e traseiro pistola. Já em relação aos cortes cárneos, os localizados na porção do dianteiro são denominados:

paleta, acém, peito, pescoço e músculo; os da ponta de agulha: cortes de costela e vazio; e da porção do traseiro: contra-filé, filé mignon, alcatra, coxão duro, coxão mole, patinho, lagarto, maminha e picanha (LUCHIARI FILHO, 2000). Como as demais características de desempenho, o rendimento de cortes e composição de carcaça também podem ser influenciados pela condição sexual.

No estudo de Anaruma et al. (2020) com bovinos da raça Nelore criados a pasto, o quarto dianteiro de animais CC, medido por kg de carcaça, foi 10 kg mais leve quando comparado ao dos NC. Bures e Barton (2012) também observaram que bovinos NC apresentaram maior desenvolvimento muscular no quarto dianteiro em relação as NOV. De acordo Anaruma et al. (2020) bovinos NC podem apresentar maiores pesos no quarto dianteiro devido principalmente ao efeito da testosterona, que proporciona uma maior deposição de massa muscular no quarto dianteiro, quando comparado com bovinos CC e NOV. Além disso carcaças de CC e NOV também podem apresentar menores pesos de determinados cortes no quarto dianteiro, devido ao menor desempenho e peso de carcaça quando comparado a bovinos NC (ANARUMA et al., 2020; BURES; BARTON, 2012). No entanto, com relação ao quarto traseiro NOV e CC podem apresentar maiores proporções de carne na região da garupa e lombo, e conseqüentemente maiores proporções de alcatra e lombo, tendo o benefício de maiores proporções de cortes com maior valor agregado no mercado (BURES; BARTON, 2012).

Em relação a composição de carcaça Bures e Barton (2012) avaliaram o efeito da condição sexual em animais da raça Charoles x Simental, abatidos na mesma idade e criados nas mesmas condições de manejo, e em síntese observaram que bovinos NC produziram carcaças mais magras. De modo geral, bovinos NC exibiram maior rendimento de carne magra e ossos, apresentando assim, maior rendimento de cortes devido principalmente ao seu maior desempenho, porém com menor percentual de gordura quando abatidos por peso e/ou período de confinamento (MOLONEY; MCGEE, 2017; VENKATA REDDY et al., 2014).

Semelhante ao relatado, Field (1970) avaliaram equações para estimar composição de carcaça (rendimento de carcaças em varejo) e relataram maior proporção de músculos e ossos, e menor gordura na carcaça em bovinos NC e menores porcentagem de gordura quando comparados aa NOV e CC. De acordo com o autor, isso ocorreu em função do aumento gradual da secreção testosterona durante o período de crescimento dos animais NC, que além de propiciar maior anabolismo proteico na carcaça, não favorece o acúmulo de gordura (FIELD, 1970; BERG; BUTTERFIELD, 1976). Outros

autores também encontraram maiores pesos de ossos e músculos em NC em relação a animais CC (BRIGIDA et al., 2018; RODRIGUEZ et al., 2014). No entanto, diferente desses resultados, Anaruma et al. (2020) não visualizara diferenças no peso de ossos entre diferentes condições sexuais.

Diante disso, a menor proporção de gordura na carcaça de NC pode influenciar negativamente na qualidade da carcaça dos mesmos, onde segundo Amatayakul-chantler et al. (2012), bovinos *Bos indicus* × *Brown Swiss*, IM, apresentaram uma maior porcentagem de carcaças classificadas como *Choice*, em relação a carcaça de bovinos NC. Em concordância com os resultados anteriores, Choat et al. (2006) também relataram que carcaças de NOV receberam melhores avaliações de qualidade da carcaça em relação a bovinos NC.

2.3.4 Área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea

O conhecimento da composição corporal dos animais de produção é de grande importância, especialmente características como área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS), que são indicadoras do rendimento e da qualidade da carne (THOMPSON, 2002). A condição sexual é considerada um dos principais fatores *ante mortem* responsáveis pela variação nas características do músculo da carne, pois afeta os depósitos de músculos e gordura (PANJONO et al., 2009; VENKATA REDDY et al., 2014).

A AOL é a medida relacionada com a proporção de carne magra na carcaça. Alguns estudos observaram maior AOL em bovinos NC seguidos por IM e CC (MUELLER et al., 2019; MACHADO et al., 2018), o que pode ser explicado devido a maior deposição de muscular e menor deposição de gordura, devido as propriedades anabólicas da testosterona (ANTONELO et al., 2017). Anaruma et al. (2020) constataram que bovinos NC podem apresentar em média até 15% a mais de deposição muscular e 50% a menos de EGS em relação a bovinos CC.

Machado et al. (2018) também observaram maior AOL em animais NC quando comparado as outras condições sexuais, os mesmos autores, também contataram maior AOL em bovinos IM em relação aos bovinos CC, o que pode ser explicado devido a castração tardia em imunocastrados, o que ocasiona um melhor aproveitamento dos efeitos anabólicos da testosterona. Outros estudos também constataram maior AOL em bovinos NC, desde Mueller et al. (2019) com bovinos NC, CC, IM e NOV; e Antonelo et

al. (2017) com bovinos NC e IM. No entanto alguns estudos apresentam resultados divergentes, semelhante ao encontrado por Anaruma et al. (2020), onde, não encontraram diferenças de AOL entre NC e CC.

Já com relação à EGS ou grau de acabamento da carcaça, a EGS é um indicador da gordura total da carcaça (LONERGAN et al., 2018). Carcaças com ausência ou baixa gordura subcutânea pode apresentar efeitos negativos na qualidade da carne (desde na perda por cocção, na cor, na maciez, e entre outras variáveis; BLANCO et al., 2020). Devido a esses fatores os frigoríficos brasileiros exigem no mínimo acabamento mínimo de 3 mm de EGS (RIBEIRO et al., 2004).

A EGS pode variar de acordo com a condição sexual, podendo ser maior em fêmeas, seguido por CC, IM e NC (BRIGIDA et al., 2018; GONZALEZ et al., 2010; MACHADO et al., 2018, DUNSHEA et al., 2005; BLANCO et al., 2020). Alguns estudos relatam que NOV apresentam maiores porcentagem de cobertura de gordura subcutânea em comparação a de bovinos NC e CC (BLANCO et al., 2020; MUELLER et al., 2019; VENKATA REDDY et al., 2014). Isso se deve, por as fêmeas depositarem gordura mais precocemente, tornando esses animais mais eficientes na deposição de gordura (VENKATA REDDY et al., 2014).

No que se refere aos bovinos machos, Antonelo et al. (2017) observaram que os CC apresentam maior EGS em relação a bovinos NC. Já em relação a imunocastração, os mesmos autores, constataram que a técnica aumenta a EGS em relação a animais NC. Segundo Antonelo et al. (2017), isso se deve por os bovinos imunocastrados atingirem mais precocemente o estágio de curva de crescimento em que o crescimento muscular desacelera e aumenta a deposição de gordura, e promover diminuição do peso diário e AOL, e aumento da EGS. Amatayakul-Chantler et al. (2012) também observaram que a imunocastração aumentou a EGS. No entanto, diferente do encontrado por Antonelo et al. (2017) e Amatayakul-Chantler et al. (2012), Cook et al. (2000) não observaram diferenças na EGS entre bovinos NC e IM.

Considerando ao relatado anteriormente na literatura, bovinos NC apresentam um maior desenvolvimento muscular e rápida taxa de crescimento, o que propicia um desempenho superior em relação a outras condições sexuais, no entanto apesar dos fatores benéficos apresentados, devido a deposição de gordura tardia, quando abatidos com menor EGS, a qualidade da carne de machos inteiros pode ser inferior (VENKATA REDDY et al., 2014).

O menor acabamento de gordura de bovinos NC no Brasil, se deve principalmente a implementação de critérios de abate por peso vivo, tempo de confinamento e/ou idade, e não por EGS. Com isso, por os NC apresentarem depósito de gordura mais tardio, esses animais no momento do abate quando utilizados critérios por tempo, idade e peso, podem produzir carcaças com menores EGS (BLANCO et al., 2020).

Diante disso são necessárias implantação de novas estratégias que visem manter o bom desempenho de animais NC atrelado ao aumento da EGS e conseqüentemente melhora na qualidade da carne. Uma alternativa para esse empasse é adotar como critério de abate espessura mínima de EGS, onde o monitoramento do tempo de abate poderia ser realizado por meio da ultrassonografia da carcaça.

2.4 Efeito da condição sexual sobre a qualidade da carne

A qualidade da carne pode ser definida como o conjunto de características percebidas por o consumidor no momento da compra e/ou consumo que indicam o grau de satisfação do produto (MATARNEH; SILVA; GERRARD, 2021). A qualidade da carne pode variar de acordo com vários fatores como raça, condição sexual, idade, sistemas produtivos, composição dos tecidos, manejo pré e pós abate dos animais, entre outras variáveis (MILLER, 2001).

A condição sexual pode influenciar na qualidade da carne devido a diferenças: na proporção músculos e gordura nos tecidos, no acabamento de gordura da carcaça, na ocorrência de cortes escuros, nos teores de colágeno, nas ações das enzimas calpaína e calpastatina, entre outras fatores (MAZON et al., 2019; GÓMEZ et al., 2017; ANTONELLO et al., 2017).

A carne menos macia tem sido apontada como um dos problemas mais importantes para a indústria da carne no Brasil, dentre os principais motivos vinculados a esses problemas são a ausência e/ou baixa EGS na carcaça (LAGE et al., 2012). De modo geral, quando o abate de bovinos é realizado com base no peso, idade ou tempo de confinamento, bovinos NC da raça Nelore apresentam qualidade da carne inferior, devido ao menor teor de gordura subcutânea desses animais, o que pode influenciar negativamente desde a maciez, cor a capacidade de retenção de água (GÓMEZ et al., 2017; FIELD, 1971). No entanto os resultados relacionados a diferentes condições sexuais e a qualidade da carne bovina ainda são controversos, sendo necessário mais estudos (GÓMEZ et al., 2017).

2.4.1 Cor, pH, capacidade de retenção de água

A cor da carne é considerada o principal atributo que os consumidores levam em conta no momento da compra (SAWYER et al., 2009; AMATAYAKUL-CHANTLER et al., 2013). A cor é influenciada principalmente pela proteína mioglobina, que constitui entre 80 a 90% do pigmento total e é a principal responsável pela cor vermelha da carne (FAUSTMAN; SUMAN, 2017). A quantidade de mioglobina no músculo é influenciada pela idade, condição sexual e tipo do músculo. De modo geral carnes com coloração vermelha-cereja são mais atrativas aos consumidores, devido a maior associação dessa coloração a um produto fresco (MATARNEH; SILVA; GERRARD, 2021; FAUSTMAN; SUMAN, 2017).

O pH é utilizado como um indicador da qualidade da carne, onde espera-se que uma carne de boa qualidade apresente pH entre 5,5 e 5,7 (MATARNEH; SILVA; GERRARD, 2021). A taxa e a extensão do declínio do pH no *post mortem* pode influenciar diretamente na qualidade da carne (MATARNEH; SILVA; GERRARD, 2021). O pH pode ser influenciado por fatores como estresse pré-abate e condição sexual, onde em bovinos NC por serem mais reativos possuem maior susceptibilidade de estresse pré-abate, o que pode ocasionar na diminuição dos níveis de glicogênio muscular, levando a menor declínio do pH e a ocorrência de carne seca, firme e escura, também conhecida como *dark, firm e dry* (DFD; VOISINET et al., 1997; SILVA et al., 2014; GÓMEZ et al., 2017).

Tanto o pH, quanto a cor e a capacidade de retenção de água podem ser influenciadas pela condição sexual dos bovinos, onde a taxa e extensão do pH *post-mortem* pode influenciar na forma como a água é retida e distribuída dentro da carne (FAUSTMAN; SUMAN, 2017; HUFF-LONERGAN; LONERGAN, 2005; SILVA et al., 2014).

Alguns autores relatam a ocorrência de carne mais escura em bovinos NC (SILVA et al., 2014; MIGUEL et al., 2014; GÓMEZ et al., 2017). Miguel et al. (2014) observaram menores valores de L^* , a^* e b^* em bovinos NC quando comparado com IM e CC. Gómez et al. (2017) também observaram menores valores de L^* , a^* e b^* em animais NC em relação as demais condições sexuais. Mazon et al. (2019) também observaram menores valores de L^* , a^* e b^* para animais NC em comparação aos IM, e relacionaram com a maior incidência de DFD. Segundo Field (1970) o nível de mioglobina é semelhante entre bovinos NC e CC. Diante disso um possível fator que se deve em alguns estudos a carne

de animais NC ser mais escura se deve a ocorrência de DFD, portanto sendo oriunda de carnes com um maior pH.

Blanco et al. (2020) relataram que a carne de novilhas apresentou maior luminosidade e com menor tons amarelos quando comparado a bovinos NC e CC. Machado et al. (2018) similarmente observaram coloração mais clara da carne de animais CC e IM em relação aos NC. Da mesma forma, Mueller et al. (2019) constataram que os bifos de CC e NOV eram mais claros em relação aos dos NC, onde os autores também atribuem esse maior brilho da carne, a diferentes teores de gordura da carne, de forma que o maior teor de marmoreio e gordura do músculo de NOV e animais CC resultou em carne com maior brilho (MUELLER et al., 2019).

Com relação ao pH, Pérez-linares et al. (2017), não observaram diferença no pH final da carne entre diferentes condições sexuais. Entretanto, diferente do encontrado, outros autores relataram que bovinos NC exibiram maior pH 24 horas em relação a bovinos CC (SILVA et al., 2014; GÓMEZ et al., 2017; MUELLER et al., 2019), imunocastrados (MAZON et al., 2019; MUELLER et al., 2019) e NOV (MUELLER et al., 2019)

A respeito das perdas por cocção, essa variável pode ser influenciada pelo pH, sendo que, carnes que apresentam um maior pH aumentam a capacidade de retenção de água, apresentando assim uma menor perda por cocção (GÓMEZ et al., 2017). Segundo os mesmos autores, em seu estudo, bovinos NC exibiram menores perdas por cocção em relação aos CC e aos IM e esse resultado se deve a ocorrência de DFD observados nos bovinos NC. Semelhante ao encontrado, Anaruma et al. (2020) também observaram que bovinos NC apresentaram menores perdas por cocção, quando comparados aos CC, onde esse resultado de deve possivelmente também a ocorrência de DFD nos bifos dos NC.

Mueller et al. (2019) também observaram que a condição sexual afetou as perdas por cocção, no entanto, bovinos NC não apresentaram os menores valores de perdas por cocção neste trabalho, e sim os bovinos CC em comparação com bovinos NC, IM e NOV. Diferente do encontrado, Mazon et al. (2019) relataram que a perda por cocção não foi afetada pela condição sexual.

2.5 Maciez

A maciez da carne, é considerada a característica sensorial de maior importância pelos consumidores (MELUCCI et al., 2012). A maciez pode ser influenciada pela

condição sexual, idade, teor e solubilidade de colágeno, comprimento de sarcômero, teor de gordura da carne, entre outros fatores (CROSS; SCHANBACHER; CROUSE, 1984).

Apesar de haver um relativo consenso sobre o efeito da condição sexual sobre a maciez da carne, ainda existem muitos resultados divergentes. Alguns estudos relatam que a carne de bovinos NC é mais dura em comparação as dos CC e das NOV (SILVA et al., 2014). Amatayakul-Chantler et al. (2012) constataram que bovinos NC também apresentaram menor maciez em relação aos IM. Concordando com os estudos anteriores, Silva et al. (2014) observaram que a carne de bovinos NC apresentou maior força de cisalhamento (menor maciez) em todos os tempos de maturação (0, 7 e 14 dias) quando comparado com bovinos CC. Field (1970) também observaram menor maciez em bifes de NC quando comparados aos de CC, no entanto segundo os autores a diferença na maciez diminuiu quando os bifes foram submetidos a 13 dias de maturação.

A menor maciez da carne de bovinos NC pode estar atrelada a menor EGS (que pode ocasionar encurtamento das fibras pelo frio), diferenças na gordura intramuscular, diâmetro das fibras musculares, quantidade e solubilidade de colágeno e maior atividade da enzima calpastatina (DIKEMAN et al., 1986, MORGAN et al., 1993; SILVA et al., 2014; AMATAYAKUL-CHANTLER et al., 2012; VENKATA REDDY et al., 2014).

Por outro lado, existem estudos que observaram carnes mais macias em animais NC em relação os CC e IM (MAZON et al., 2019; ANTONELLO et al., 2017; MIGUEL et al., 2014). Gómez et al. (2017) relataram que a carne fresca de bovinos NC da raça Nelore teve menores valores de força de cisalhamento em relação a bovinos CC enquanto os valores de IM não diferiram dos demais. No entanto, com o processo de maturação essa diferença não foi mais observada em nenhum dos tratamentos. Segundo os autores a maior maciez observada nos bovinos NC foi inesperada, porém os autores justificam que essa diferença pode ter ocorrido em função de uma maior incidência de carne DFD, pois foi observado um grande número de animais nesse grupo (22,7%) com pH superior a 6,2. Já Mazon et al. (2019) também constataram menor maciez da carne de bovinos NC na carne fresca (24h) em relação a carne de bovinos IM. No entanto após a maturação de 7, 14 e 21 dias não houve diferenças na maciez entre as condições sexuais. Segundo os autores os bovinos NC também apresentaram DFD (cor mais escura, pH alto e ausência na diferença no tamanho de sarcômero).

Já outros estudos não encontraram diferença na maciez entre animais de diferentes condições sexuais, concluindo assim que não há resultados conclusivos e relação a associação dessas duas variáveis (COOK et al, 2000, MIGUEL et al., 2017). Portanto,

diante da variedade dos resultados encontrados na literatura, são necessários mais estudos que avaliem a qualidade da carne de diferentes condições sexuais.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos envolvendo uso de animais foram aprovados e conduzidos de acordo com a Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da FZEA/USP (Protocolo nº 6493190121).

3.1 Local

O estudo foi realizado no Departamento de Zootecnia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA) da Universidade de São Paulo (USP) campus Fernando Costa, Pirassununga, São Paulo, e as análises realizadas no Laboratório de Avaliação Animal e Qualidade de Carne (LAAQC), *campus* Pirassununga/SP.

3.2 Animais, instalações e alimentação

Foram utilizados 72 bovinos da raça Nelore, com peso médio inicial de 350 ± 30 kg e média de idade de 20 meses, provenientes do rebanho experimental do Campus da USP de Pirassununga. Os animais foram distribuídos de acordo com o peso inicial em quatro grupos: 1) Novilhas (NOV; n= 12); 2) Castrados Cirurgicamente (CC; n= 12); 3) Imunocastrados (IM; n= 24); e 4) Não-Castrados (NC; n= 24).

Os animais foram alojados em duas diferentes instalações de confinamento, sendo que um grupo (n=48) foram alojados em quatro baias coletivas (12 animais em cada baia - uma para cada condição sexual) equipadas com portões eletrônicos (*Calan Gates, American Calan Ins., Northwood, NH, USA*) possibilitando o controle individual da alimentação. O restante dos animais (12 IM e 12 NC) foram alojados em baias individuais, que também possibilitaram a medição do consumo de alimento diariamente.

Todos os animais foram submetidos a um período de adaptação as dietas de 21 dias, utilizando o método de escada (*step up*), com alterações na proporção de concentrado a cada 7 dias, até atingir a dieta final (Tabela 1).

Foi utilizada a mesma dieta para todos os grupos experimentais ao longo do confinamento e a dieta foi formulada utilizando o software RLM (Integra Software, Piracicaba, São Paulo, Brasil), para atender as exigências nutricionais estimadas pelo sistema CNCPS (FOX et al., 1992) composta com ingredientes demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1. Composição percentual das dietas (na matéria seca)

Ingredientes	Adaptação 1	Adaptação 2	Dieta Final
Silagem de milho	55,00	45,00	29,45
Milho Grão Seco	31,88	44,42	64,62
Farelo de Soja 45%	10,16	7,53	2,12
Calcário calcítico	1,17	0,96	1
NaCl	-	-	0,3
Núcleo Mineral ¹	1,07	1,07	0,7
Cloreto de Potássio	-	-	0,3
Ureia	0,70	1,00	1,5
Nutrientes estimados*			
Proteína bruta, %	14,5	14,5	14,05
NDT, %	74,25	76,25	78,02

¹ Minerthal 160MD (Minerthal): Cálcio, 208 g; cobalto, 148 mg; cobre, 2664 mg; enxofre, 64 g, flúor (Max), 1600 mg; fósforo, 160 g; iodo, 141 g; manganês, 2200 mg; selênio, 37 mg; zinco, 7992 mg; monensina sódica, 4000 mg; NDT: Nutrientes digestíveis totais.

O fornecimento das dietas (ofertado) foi realizado diariamente *ad libitum*, duas vezes ao dia (8:00 e 15:30 h), visando a obtenção de uma sobra de aproximadamente 5%. O consumo de matéria seca foi registrado diariamente, com base na avaliação das sobras do dia anterior. O ajuste da oferta foi realizado diariamente, para evitar o excesso ou falta de alimento no cocho. O teor de matéria seca do ofertado e das sobras foram determinados uma vez por semana, por meio da secagem a 105°C em estufa por 24 horas.

3.3 Castração Cirúrgica

Doze animais foram castrados aos 18 meses de idade, por um Médico Veterinário. Especificamente, os animais foram contidos em tronco de manejo onde foram aplicados 10mL de lidocaína 2% na linha de incisão da pele (10 mL para cada testículo) e outros 10mL do mesmo anestésico foram aplicados intratesticular (10 mL para cada testículo). Após 5 a 10 minutos foi realizada uma incisão escrotal com o auxílio de um bisturi e os testículos foram removidos por tração. No pós-operatório imediato foi administrado antibiótico (Pentabiótico - 6.000.000 UI- 15 mL (5mL/100 kg via intramuscular - IIM; repetindo a dose cinco dias após o procedimento cirúrgico), anti-inflamatório (Meloxicam - 0,5 mg/kg; via IIM; 1x/dia) e analgésico (Dipirona Sódica- 8mL/ 100kg; via IIM; 1xdia) sendo a primeira dose de ambos medicamentos realizada após a cirurgia e a outra após 24 horas. Além disso, no local da incisão foi aplicado solução antiparasitária e antibiótica

em spray (Fipronil e Sulfadiazina prata) sendo repetido esse procedimento por dois dias consecutivos.

3.4 Imunocastração

Os animais do grupo imunocastrado (n=24) receberam duas doses da vacina de imunocastração (Anti-GnRH; Bopriva®, Pfizer Saúde Animal, São Paulo, SP, Brasil) subcutânea. A vacina foi administrada assepticamente nos animais do lado esquerdo do pescoço por meio de uma agulha onde o vacinador teve cuidado de esticar a pele do animal para que a mesma fosse administrada pela via correta. A primeira dose foi aplicada 62 dias antes do início do confinamento (média de 18 meses dos animais) e a segunda no início do confinamento. De acordo com as informações do fabricante, um intervalo entre doses de 60 dias, resulta em um período de 120 dias como castrado.

3.5 Avaliações de desempenho e de carcaça por ultrassom

Durante o confinamento os animais foram pesados e avaliados por ultrassonografia no início e fim do período experimental. As pesagens inicial e final foram realizadas após jejum de sólidos de 14h. Através das pesagens foi calculado o ganho médio diário (GMD) e juntamente com os dados de consumo e ganho de peso foi calculada a eficiência alimentar (EA).

As avaliações e as carcaças foram avaliadas por ultrassonografia, utilizando um equipamento marca Aloka, modelo SSD 500 Micrus (Aloka Co. Ltd.), com transdutor linear de 3,5 MHz e 172 mm de comprimento. Foram colhidas imagens no músculo *Longissimus* entre a 12^a e a 13^a costelas para avaliação da espessura de gordura subcutânea (EGS) para determinar o momento do abate dos animais, conforme o critério pré-determinado. As imagens foram colhidas e interpretadas utilizando o software Lince® (M&S Consultoria Agropecuária Ltda. Pirassununga, SP, Brasil).

3.6 Abate

O critério para abate dos animais foi quando todas as condições sexuais atingiram um mínimo de 4mm de espessura de gordura (média 100 dias de confinamento), avaliada por ultrassonografia. Em função da limitação do Escola da Universidade de São Paulo no *campus* de Pirassununga, os animais foram divididos em 5 grupos de abate, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Número de animais por abate de acordo com a condição sexual e a data de abate

Condição sexual	Data/Número do abate				
	1 (13/9)	2 (16/09)	3 (20/09)	4 (23/9)	5 (6/10)
Novilhas	4	4	4	-	-
Castrados cirurgicamente	4	4	4	-	-
Imunocastrados	4	4	4	6	6
Não-castrados	4	4	4	6	6

Antes do abate os animais foram submetidos a jejum de sólidos de aproximadamente 16h e pesados antes de serem transportados e abatidos. O abate foi realizado de acordo com procedimentos humanitários exigidos pela legislação brasileira e os processos pós-abate seguiram o padrão recomendado pelo Serviço de Inspeção de Produtos de Origem Animal de São Paulo (SISP).

Os animais foram insensibilizados através de uma pistola pneumática penetrante e imediatamente após esse processo foi realizada a sangria pela secção dos grandes vasos na região do pescoço. Na sequência foi realizada a esfolação, evisceração e lavagem das carcaças.

3.2 Avaliações de carcaça

Durante o processo do abate as gorduras renal, pélvica e inguinal (GRPI) foram pesadas. Em seguida as carcaças foram divididas medialmente no sentido da espinha dorsal, dando origem a duas meias-carcaças, que foram pesadas para obtenção do peso de carcaça quente (PCQ) e posterior cálculo do rendimento de carcaça quente (RCQ). As meias-carcaças foram identificadas e refrigeradas (0-2°C) em câmara fria por 24 horas.

Após o resfriamento as carcaças foram novamente pesadas para determinação do peso de carcaça fria (PCF) e também registrado o pH (pH24) e a temperatura das carcaças (T24), na região entre a 12ª e 13ª costelas no músculo *Longissimus*, utilizando um potenciômetro digital (Hanna Instruments modelo HI99163, São Paulo, Brasil).

3.3 Desossa e coleta de amostras

A meia-carcaça esquerda de cada animal foi dividida em três cortes primários (dianteiro com 5 costelas, ponta de agulha e traseiro), e cada quarto foi individualmente pesado. Em seguida, o traseiro foi desossado e os pesos dos cortes individuais comerciais, ossos e aparas foram obtidos. A porção comestível foi definida como os cortes desossados

e aparados do excesso de gordura (4mm). Também foram calculadas as percentagens da porção comestível, ossos e aparas em relação ao peso da carcaça fria.

Durante a desossa, foi obtida uma imagem do músculo *Longissimus*, entre a 12^a e a 13^a costelas, utilizando uma câmera digital acoplada ao dispositivo usado para manter uma distância fixa (10 cm) da imagem para determinar a área de olho de lombo e a espessura de gordura subcutânea das carcaças. As imagens foram capturadas e interpretadas por um técnico experiente, utilizando o software Lince® (M&S Consultoria Agropecuária, Pirassununga, São Paulo, Brasil).

Em seguida, foram coletadas três amostras do músculo *Longissimus* entre a 11^a e a 13^a costelas (2,5 cm de espessura cada), e posteriormente embaladas a vácuo e maturadas (2-4°C) por 0, 7 e 14 dias (1, 8 e 15 dias pós-abate respectivamente) para análises de cor, força de cisalhamento, perdas por cocção.

3.4 Cor, pH, força de cisalhamento e perdas por cocção

Ao final de cada período de maturação, as amostras foram retiradas das embalagens a vácuo e deixadas equilibrar por 30 minutos (4 a 6 °C), para possibilitar a reação da mioglobina com o O₂ (*blooming*). Em seguida, foi realizada uma avaliação objetiva da cor da carne utilizando o sistema CIELab (CIE, 1986) utilizando um espectrofotômetro portátil, modelo CM2500d (Konica Minolta Brasil, São Paulo, Brasil) com iluminante padrão A, ângulo de observação de 10° e abertura do obturador de 30mm. Valores finais de *L** (luminosidade), *a** (intensidade de vermelho) e *b** (intensidade de amarelo) de cada amostra foram obtidos por meio da média de três observações, realizadas em pontos distintos da amostra.

Após análise de cor as amostras foram pesadas e assadas em forno elétrico industrial (Modelo F130/L – Fornos Elétricos Flecha de Ouro Ind. e Com. Ltda., São Paulo, Brasil) equipado com um termostato a 170 °C. A temperatura interna dos bifês foi monitorada por meio de termômetros individuais (Gulton Instrumentos de Medição e Automação Indústria e Comércio LTDA – Modelo Gulterm 700-10s, São Paulo, Brasil). Ao atingirem temperatura interna de 40°C, as amostras foram viradas e permaneceram no forno até atingirem a temperatura interna de 71°C, conforme recomendado pela American Meat Science Association (AMSA, 2015).

As amostras permaneceram em temperatura ambiente ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) até resfriarem e em seguida foram novamente pesadas para determinação das perdas por cocção (PPC). As

amostras foram envolvidas em filme plástico e refrigeradas (4 - 6°C) por 12 horas e, em seguida, foram retirados seis cilindros (1,27 cm de diâmetro) de cada amostra, no sentido paralelo ao das fibras, para determinação da força de cisalhamento (FC) através do equipamento TMS-PRO analisador de textura (Food Technology Corporation, Sterling, Virginia, USA) acoplado com um dispositivo de cisalhamento Warner–Bratzler com velocidade fixada em 200 mm/min (AMSA, 2015). A força de cisalhamento de cada amostra foi considerada como a média das seis repetições

3.12 Análise Estatística

O delineamento foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos, com 12 repetições para os grupos NOV e CC e 24 repetições para os grupos IM e NC. O efeito dos tratamentos sobre as variáveis estudadas foi avaliado por análise de variância, através do procedimento Mixed do software SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, EUA). Para as características de desempenho e de carcaça, a condição sexual foi considerada como efeito fixo e o peso inicial como co-variável.

As características de qualidade de carne (perda por cocção, força de cisalhamento e cor) foram avaliadas como medidas repetidas no tempo, considerando a condição sexual, o tempo de maturação e a interação entre ambos, como efeitos fixos, e o animal e a data do abate como efeitos aleatórios. As matrizes de covariância foram testadas para cada característica e a de melhor ajuste foi utilizada. As médias dos tratamentos foram obtidas pelo procedimento LSMeans e quando encontradas diferenças entre os tratamentos, foram comparados utilizando o Teste T de Student. As diferenças foram consideradas significativas quando $P < 0,05$ e tendência quando $0,05 < P < 0,10$.

4. RESULTADOS

4.1. Desempenho

Foi observada uma diferença no peso inicial entre os grupos ($P=0,0020$), sendo que os animais do grupo CC tiveram maior peso corporal ($P=0,0020$) que os demais grupos ($P<0,05$; Tabela 3). As NOV foram mais leves em comparação aos demais grupos ($P<0,05$), enquanto IM e NC não diferiram entre si.

O peso final também foi influenciado pela condição sexual ($P=0,009$), com maior valor para o grupo NC ($P<0,05$), em comparação aos demais, que por sua vez não diferiram entre si (Tabela 3). O ganho médio de peso diário foi maior nos bovinos NC ($P=0,039$) quando comparado aos IM, e sem diferir entre CC e NOV (Tabela 3), já o grupo IM com relação ao ganho médio de peso diário foi semelhante entre o grupo de NOV e CC. Por outro lado, não houve influência da condição sexual para ingestão de matéria seca e eficiência alimentar (Tabela 3).

Tabela 3. Médias, erro-padrão da média (\pm) e probabilidades ($Pr>F$) das características de desempenho de acordo com a condição sexual¹

Características	Condição sexual				Pr>F
	NOV (n=12)	CC (n=12)	IM (n=24)	NC (n=24)	
Peso vivo inicial, kg	337,9 \pm 6,29 ^c	371,2 \pm 6,29 ^a	345,7 \pm 4,45 ^{bc}	354,0 \pm 4,45 ^b	0,002
Peso vivo final, kg	477,5 \pm 9,09 ^b	475,0 \pm 9,41 ^b	478,9 \pm 6,29 ^b	504,3 \pm 6,23 ^a	0,009
Ganho médio de peso, kg/dia	1,5 \pm 0,10 ^{ab}	1,4 \pm 0,10 ^{ab}	1,4 \pm 0,07 ^b	1,7 \pm 0,06 ^a	0,039
Ingestão de matéria seca, kg/dia	10,5 \pm 0,40	10,8 \pm 0,41	9,8 \pm 0,27	10,1 \pm 0,27	0,249
Eficiência alimentar, g GMD/kg MS	144,7 \pm 0,01	139,7 \pm 0,01	149,3 \pm 0,08	170,4 \pm 0,08	0,127

Fonte: Própria autoria.

¹ NOV - novilhas; CC - castrados cirurgicamente; IM - imunocastrados; NC - não-castrados; GMD - ganho médio diário; MS - matéria seca.

^{a,b,c} letras diferentes dentro da mesma linha, diferem entre si pelo teste de t Student ($P<0,05$).

4.1.3. Características de carcaça após abate

Os animais do grupo NC apresentaram maior peso de carcaça quente ($P=0,011$) em relação aos demais grupos, que por sua vez não diferiram entre si (Tabela 4). No entanto, não houve diferença no rendimento de carcaça quente ($P=0,527$) entre os grupos.

Foi observada uma tendência de efeito dos tratamentos sobre as perdas por resfriamento ($P=0,098$), onde os animais do grupo NC apresentaram maior valor em relação as NOV e aos CC ($P<0,05$), porém sem diferir de IM, enquanto este último não diferiu de NOV e CC. Também houve uma tendência ($P=0,078$) de efeito da condição

sexual sobre o peso de carcaça fria, com maior valor para o grupo NC em relação aos demais ($P < 0,05$), que por sua vez não diferiram entre si.

Tabela 4. Médias, erro-padrão da média (\pm) e probabilidades ($Pr > F$) das características de carcaça no abate, de acordo com a condição sexual¹

Características	Tratamentos				Pr>F
	NOV (n=12)	CC (n=12)	IM (n=24)	NC (n=24)	
Peso de carcaça quente, kg	268,7 \pm 6,19 ^b	270,2 \pm 6,36 ^b	270,0 \pm 4,51 ^b	286,1 \pm 4,48 ^a	0,011
Rendimento de carcaça quente, %	56,4 \pm 0,56	57,03 \pm 0,56	56,35 \pm 0,48	56,6 \pm 0,48	0,527
Perdas por resfriamento, %	1,5 \pm 0,13 ^b	1,5 \pm 0,13 ^b	1,7 \pm 0,11 ^{ab}	1,8 \pm 0,10 ^a	0,098
Peso de carcaça fria, kg	266,0 \pm 6,8 ^b	267,9 \pm 6,9 ^b	267,6 \pm 5,60 ^b	280,0 \pm 5,3 ^a	0,078
GRPI, kg	17,2 \pm 0,56 ^a	13,7 \pm 0,58 ^b	12,5 \pm 0,38 ^{bc}	11,8 \pm 0,38 ^c	<0,001
GRPI, % do PCQ	6,4 \pm 0,20 ^a	5,1 \pm 0,21 ^b	4,7 \pm 0,14 ^b	4,2 \pm 0,14 ^c	<0,001
AOL, cm ²	61,5 \pm 2,41	63,4 \pm 2,43	63,4 \pm 1,9	65,6 \pm 1,89	0,386
EGS, mm	8,2 \pm 0,60 ^a	4,6 \pm 0,61 ^b	4,9 \pm 0,47 ^b	4,4 \pm 0,47 ^b	<0,001
pH 24h	5,6 \pm 0,02	5,6 \pm 0,02	5,6 \pm 0,01	5,6 \pm 0,01	0,935
Temperatura 24h, °C	6,5 \pm 0,55 ^a	5,4 \pm 0,55 ^b	5,4 \pm 0,52 ^b	5,4 \pm 0,52 ^b	<0,001

Fonte: Própria autoria.

¹ NOV - novilhas; CC - castrados cirurgicamente; IM - imunocastrados; NC - não-castrados; GRPI - gordura renal, pélvica e inguinal; AOL - área do músculo *Longissimus*; EGS - espessura de gordura subcutânea.

^{a,b,c} letras diferentes dentro da mesma linha, diferem entre si pelo teste de t Student ($P < 0,05$).

O peso e a percentagem de gordura renal, pélvica e inguinal foram influenciados pela condição sexual ($P < 0,01$; Tabela 4). O grupo NOV teve maior peso ($P < 0,05$) e percentagem ($P < 0,05$) de gordura renal, pélvica e inguinal em relação aos demais. Animais CC tiveram maior peso de gordura renal pélvica e inguinal em relação aos NC ($P < 0,05$), porém não diferiram dos CC, enquanto os IM não diferiram dos CC e dos NC. Os grupos CC, IM e NC não diferiram em relação a percentagem de gordura renal, pélvica e inguinal (Tabela 4).

A área de olho de lombo não foi influenciada pela condição sexual ($P = 0,386$; Tabela 4). No entanto, a espessura de gordura subcutânea foi influenciada pelos tratamentos ($P < 0,001$), onde o grupo NOV apresentou maior valor em relação aos demais ($P < 0,05$), e os grupos CC, IM e NC não diferiram entre si.

O pH das carcaças não foi influenciado pela condição sexual, porém a temperatura das carcaças foi diferente entre os tratamentos ($P < 0,001$). O grupo NOV apresentou maior temperatura (24h) em relação aos demais tratamentos ($P < 0,05$), sem diferença entre os demais (Tabela 4).

4.1.4. Peso e rendimento de quartos da carcaça e dos cortes comerciais

Em relação ao peso dos quartos das carcaças, houve um efeito da condição sexual sobre o peso do dianteiro ($P < 0,001$; Tabela 5), com maior peso do dianteiro para o grupo NC em relação aos demais ($P < 0,05$), enquanto os demais grupos não diferiram entre si. Por outro lado, o peso do traseiro e da ponta de agulha não foram influenciados pela condição sexual ($P = 0,202$; Tabela 5).

Tabela 5. Médias, erro-padrão da média (\pm) e probabilidades ($Pr > F$) dos pesos e rendimentos dos quartos das carcaças, de acordo com a condição sexual dos animais

Características ²	Condição sexual ¹				Pr>F
	NOV (n=12)	CC (n=12)	IM (n=24)	NC (n=24)	
Peso, kg²					
Dianteiro	48,2 \pm 1,17 ^b	49,9 \pm 1,21 ^b	50,2 \pm 0,81 ^b	54,6 \pm 0,80 ^a	<0,001
Traseiro	61,6 \pm 1,66	61,4 \pm 1,51	61,5 \pm 1,13	63,8 \pm 1,13	0,202
Ponta de agulha	20,2 \pm 0,87	17,3 \pm 0,89	18,3 \pm 0,61	19,0 \pm 0,60	0,107
Rendimento em relação ao peso da carcaça fria, %					
Dianteiro	37,2 \pm 0,33 ^c	38,6 \pm 0,34 ^b	38,5 \pm 0,23 ^b	39,7 \pm 0,22 ^a	<0,001
Traseiro	47,1 \pm 0,35 ^a	47,1 \pm 0,36 ^a	47,3 \pm 0,25 ^a	46,5 \pm 0,25 ^b	0,099
Ponta de Agulha	15,8 \pm 0,22 ^a	14,4 \pm 0,22 ^b	14,1 \pm 0,15 ^{bc}	13,8 \pm 0,15 ^c	<0,001

Fonte: Própria autoria.

¹ NOV - novilhas; CC - castrados cirurgicamente; IM - imunocastrados; NC - não-castrados.

² Valores expressos com base no peso da meia-carcaça.

^{a,b,c} letras comuns não diferem significativamente pelo teste de t Student ($P < 0,05$).

Quando expresso como proporção do peso da carcaça fria, foi observado um efeito da condição sexual sobre a proporção de dianteiro ($P < 0,001$) e ponta de agulha ($P < 0,001$) e tendência de efeito para traseiro ($P = 0,099$). Os animais NC apresentaram maior proporção de dianteiro em relação aos demais grupos ($P < 0,05$), enquanto a menor proporção foi observada no grupo NOV em relação aos demais ($P < 0,05$). Os grupos CC e IM não diferiram entre si (Tabela 5). Já para proporção do peso de carcaça fria para quarto traseiro, as NOV apresentaram maiores proporções, já os NC mostraram menores proporções entre os grupos (Tabela 5).

Os animais do grupo NC apresentaram maior peso dos cortes comerciais comparados as NOV e aos IM ($P < 0,05$), porém não diferiram dos CC (Tabela 6), enquanto os grupos NOV, CC e IM não diferiram entre si. De forma semelhante, os NC apresentaram maior peso de ossos que NOV e IM ($P < 0,05$) mas não diferiram de CC

(Tabela 6). O menor peso de ossos foi observado no grupo NOV em comparação aos demais ($P < 0,05$), enquanto CC e IM não diferiram. Não houve diferença entre as condições sexuais no peso das aparas.

Quando expressos como proporção do traseiro, não foi observada diferença no rendimento dos cortes comerciais, entre os grupos ($P = 0,379$; Tabela 6). Já a proporção de ossos foi menor no grupo NOV em relação aos demais ($P < 0,05$; Tabela 6), sem diferença entre os CC, IM e NC. Em contrapartida, as NOV apresentaram maior percentagem de aparas que os demais grupos ($P < 0,05$), sendo que CC, IM e NC não diferiram entre si.

Tabela 6. Médias, erro-padrão da média (\pm) e probabilidades ($Pr > F$) dos pesos e rendimentos dos cortes comerciais, de acordo com a condição sexual dos animais

Características ²	Condição sexual				Pr>F
	NOV (n=12)	CC (n=12)	IM (n=24)	NC (n=24)	
Peso, kg					
Cortes comerciais	44,3 \pm 1,23 ^b	46,3 \pm 1,26 ^{ab}	44,5 \pm 1,00 ^b	47,3 \pm 1,00 ^a	0,024
Ossos	10,8 \pm 0,50 ^c	11,9 \pm 0,50 ^{ab}	11,7 \pm 0,46 ^b	12,2 \pm 0,46 ^a	<0,001
Aparas	5,7 \pm 0,34	5,2 \pm 0,34	5,2 \pm 0,28	5,1 \pm 0,28	0,330
Rendimento em relação ao peso do traseiro, %					
Cortes comerciais	73,3 \pm 0,64	73,7 \pm 0,66	72,8 \pm 0,44	73,8 \pm 0,43	0,379
Ossos	17,5 \pm 0,53 ^b	19,0 \pm 0,54 ^a	19,0 \pm 0,45 ^a	19,1 \pm 0,45 ^a	0,006
Aparas	9,5 \pm 0,40 ^a	8,1 \pm 0,41 ^b	8,5 \pm 0,29 ^b	8,0 \pm 0,29 ^b	0,008

Fonte: Própria autoria.

¹NOV – novilhas; CC – castrados cirurgicamente; IM – imunocastrados; NC – não-castrados.

²Valores expressos com base no peso da meia-carcaça.

^{a,b,c} letras comuns não diferem significativamente pelo teste de t Student ($P < 0,05$).

Quando considerados os cortes do traseiro individualmente, foi observado um efeito da condição sexual sobre os pesos do lagarto ($P = 0,007$), coxão duro ($P = 0,034$), coxão mole ($P = 0,046$) e do “músculo” ($P = 0,012$), sendo que os demais cortes não diferiram entre os grupos (Tabela 7). Animais NC apresentaram maiores pesos de lagarto e coxão mole que NOV e IM ($P < 0,05$), mas não diferiram dos CC. O peso do coxão duro foi maior no grupo NC em relação a CC e IM ($P < 0,05$), mas não diferiu de NOV (Tabela 7).

Além disso houve uma tendência das NOV apresentarem maiores pesos do corte de picanha ($P = 0,096$), e tendência também para os NC apresentarem maior peso do patinho ($P = 0,078$; Tabela 6).

Tabela 7. Médias, erro-padrão da média (\pm) e probabilidades ($Pr > F$) dos pesos dos cortes comerciais do traseiro, de acordo com a condição sexual dos animais

Corte Comercial do traseiro, kg ²	Condição sexual				Pr>F
	NOV (n=12)	CC (n=12)	IM (n=24)	NC (n=24)	
Contra filé	7,7 \pm 0,26	7,4 \pm 0,26	7,3 \pm 0,19	7,7 \pm 0,19	0,143
Capa de Filé	1,2 \pm 0,11	1,1 \pm 0,11	1,1 \pm 0,08	1,1 \pm 0,08	0,959
Filé Mignon	1,7 \pm 0,04	1,6 \pm 0,05	1,7 \pm 0,03	1,7 \pm 0,03	0,333
Picanha	1,8 \pm 0,05 ^a	1,6 \pm 0,05 ^b	1,6 \pm 0,03 ^b	1,7 \pm 0,03 ^{ab}	0,096
Alcatra	3,7 \pm 0,10	3,7 \pm 0,10	3,7 \pm 0,07	3,9 \pm 0,06	0,349
Patinho	4,9 \pm 0,14 ^b	5,0 \pm 0,15 ^b	5,0 \pm 0,11 ^b	5,2 \pm 0,11 ^a	0,078
Lagarto	2,2 \pm 0,08 ^b	2,4 \pm 0,08 ^{ab}	2,3 \pm 0,05 ^b	2,5 \pm 0,05 ^a	0,007
Coxão Duro	5,1 \pm 0,15 ^{ab}	5,0 \pm 0,16 ^b	5,0 \pm 0,10 ^b	5,4 \pm 0,10 ^a	0,034
Coxão Mole	8,9 \pm 0,32 ^b	9,5 \pm 0,33 ^{ab}	9,3 \pm 0,24 ^b	9,8 \pm 0,24 ^a	0,046
Maminha	1,2 \pm 0,04	1,1 \pm 0,04	1,1 \pm 0,02	1,2 \pm 0,02	0,120
Músculo	3,7 \pm 0,13 ^b	3,8 \pm 0,13 ^b	3,8 \pm 0,09 ^b	4,1 \pm 0,09 ^a	0,012
Retalhos	2,3 \pm 0,12	2,2 \pm 0,12	2,2 \pm 0,09	2,3 \pm 0,09	0,674

Fonte: Própria autoria.

¹ NOV: novilhas; CC:castrados cirurgicamente; IM: imunocastrados; NC: não-castrados.

²Valores expressos com base no peso de meia carcaça.

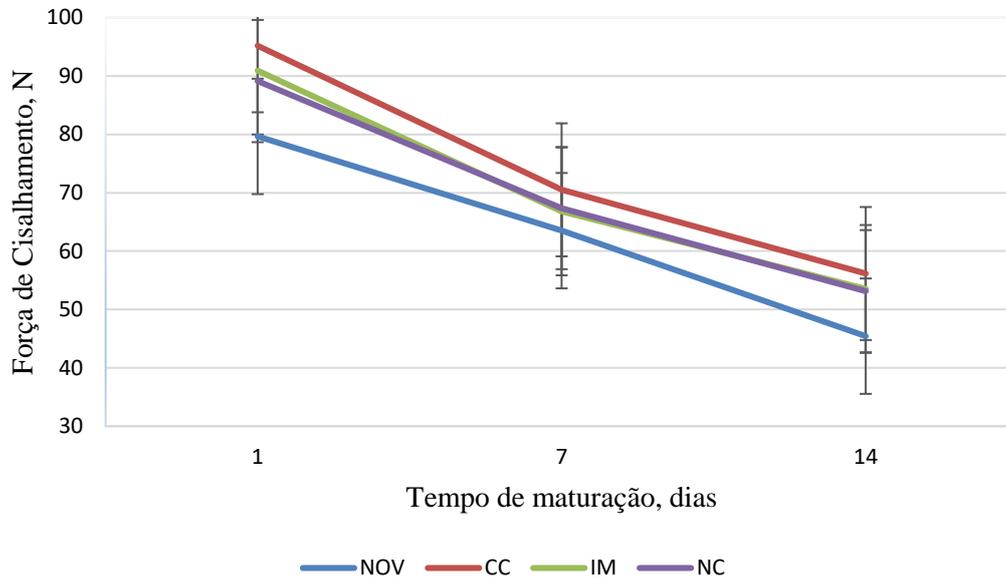
^{a,b,c} letras comuns não diferem significativamente pelo teste de t Student ($P < 0,05$).

4.2. Força de cisalhamento, perdas por cocção e cor da carne

Não foi observada interação entre a condição sexual e o tempo de maturação para nenhuma das características de qualidade avaliadas (Figura 1). Foi observada uma tendência de efeito da condição sexual sobre a força de cisalhamento ($P=0,059$), com menores valores para as novilhas ($P < 0,05$), em relação aos demais grupos (Figura 1), enquanto CC, IM e NC não diferiram entre si. A força de cisalhamento diminuiu de forma linear com o tempo de maturação ($P < 0,001$).

As perdas por cocção não foram influenciadas pela condição sexual nem pelo tempo de maturação (Figura 2).

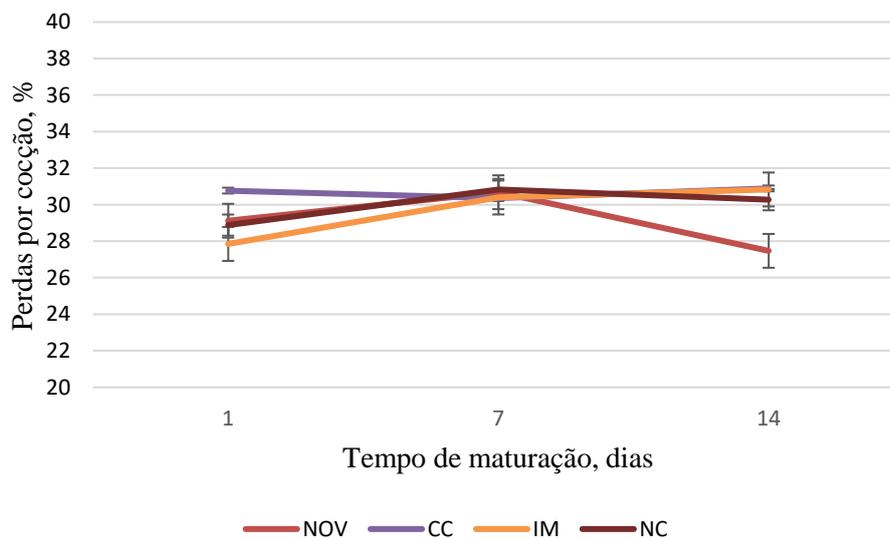
Figura 1. Médias erro-padrão da média (I) dos valores de força de cisalhamento, de acordo com o tempo de maturação e condição sexual.



Fonte: Própria autoria.

¹ NOV - novilhas; CC - castrados cirurgicamente; IM - imunocastrados; NC - não-castrados.

Figura 2. Médias erro-padrão da média (I) dos valores de perdas por cocção, de acordo com o tempo de maturação e condição sexual¹

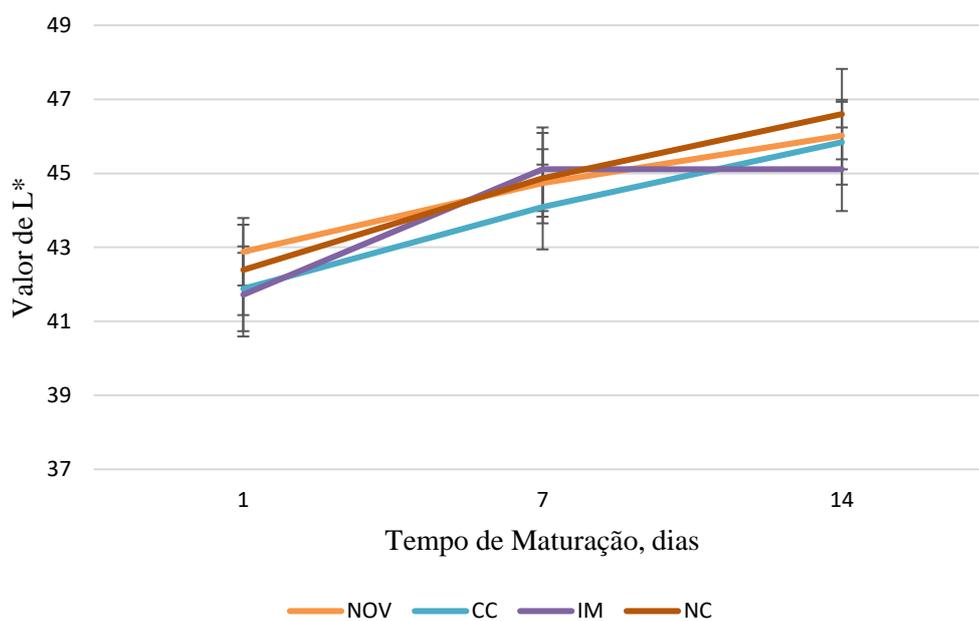


Fonte: Própria autoria.

¹ NOV - novilhas; CC - castrados cirurgicamente; IM - imunocastrados; NC - não-castrados.

Em relação as características de cor, não foi observado efeito da condição sexual sobre os valores de L* (Figura 3), a* (Figura 4) ou b* (Figura 5). Os valores de L* aumentaram linearmente com o tempo de maturação ($P < 0,001$), enquanto os valores de a* ($P < 0,001$) e b* ($P < 0,01$) apresentaram uma associação quadrática com o tempo de maturação.

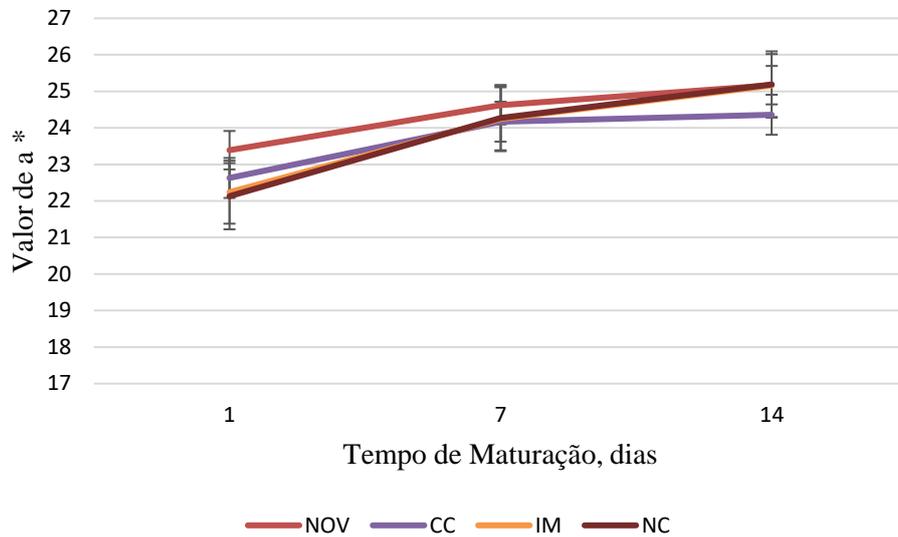
Figura 3. Médias, erro-padrão da média (I) dos valores de cor L* em função do período de maturação e da condição sexual¹



Fonte: Própria autoria.

^{a,b,c} letras comuns não diferem significativamente pelo teste de t Student ($P < 0,05$). NOV: novilhas; CC: nastrados cirurgicamente; IM: imunocastrados; NC: não-castrados.

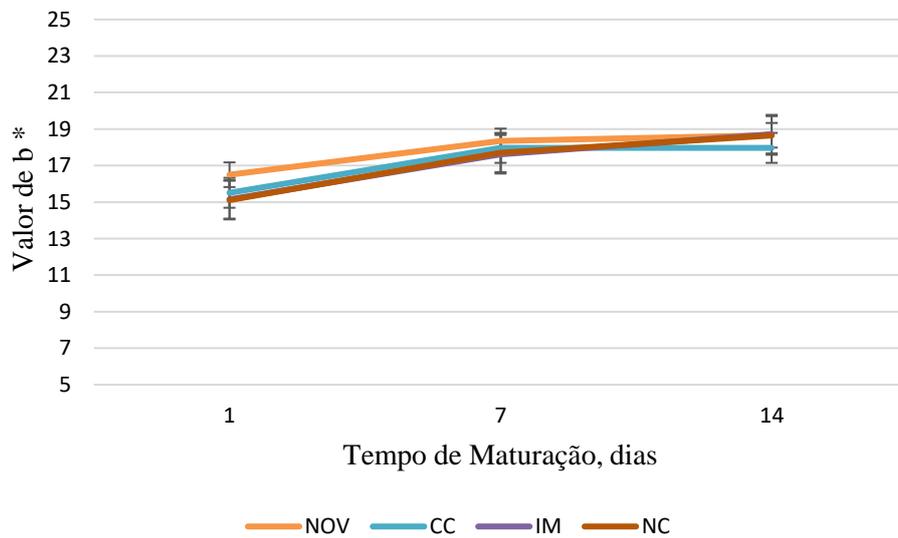
Figura 4. Médias, erro-padrão da média (I) dos valores de cor a* em função do período de maturação e da condição sexual¹



Fonte: Própria autoria.

¹ NOV: novilhas; CC: nastrados cirurgicamente; IM: imunocastrados; NC: não-castrados.

Figura 5. Médias, erro-padrão da média (I) dos valores de cor b* em função do período de maturação e da condição sexual¹



Fonte: Própria autoria.

¹ NOV: novilhas; CC: nastrados cirurgicamente; IM: imunocastrados; NC: não-castrados.

5. DISCUSSÃO

A castração cirúrgica é uma prática bastante difundida na bovinocultura de corte, onde animais dessa categoria geralmente apresentam maiores EGS e menor desempenho quando comparados aos NC. Consequentemente animais NC ganham peso mais rapidamente - logo são mais pesados em uma mesma idade cronológica - e são mais eficientes na conversão de alimento em tecido magro (músculo; ROTTA et al., 2009; RESTLE et al., 2000; VITTORI, et al., 2006; PASCHOAL et al., 1998), no entanto apesar do maior desempenho, bovinos NC produzem carcaças mais magras em comparação aos animais castrados e as fêmeas (ROTTA et al., 2009; BURES; BARTON., 2012; VENKATA-REDDY et al., 2014). Neste trabalho, os animais CC iniciaram o estudo mais pesados que NOV, NC e IM (Tabela 3), o que foi inesperado, uma vez que todos os machos (CC, IM e NC) utilizados foram criados nas mesmas condições de manejo desde a desmama, ocorrendo um manejo diferenciado apenas 62 dias antes do início do confinamento que foi o manejo de castração. Dessa forma, esperava-se que esse grupo fosse mais leve em função do estresse causado pelo procedimento cirúrgico, conforme relatado em outros estudos (GRANDIN, 2014; MIGUEL et al., 2013). O maior peso vivo dos CC, pode ser em função do procedimento cirúrgico e cuidados pós-operatórios bem-sucedidos, que minimizaram os efeitos colaterais da cirurgia, possibilitando que os animais se recuperassem rapidamente e apresentassem algum ganho compensatório antes do início do confinamento. Em função dessa diferença entre os grupos no início do estudo, o peso inicial foi utilizado como covariável da avaliação das características de desempenho.

Apesar do resultado em relação ao peso vivo inicial, ao final do estudo os animais NC foram mais pesados que os demais grupos (NOV, CC e IM), enquanto NOV, CC e IM apresentaram pesos muito semelhantes (Tabela 3). O maior peso final dos animais NC observado neste estudo, está de acordo com resultados encontrados na literatura (ROTTA et al., 2009; BURES; BARTON., 2012; ANTONELLO et al., 2017; GÓMEZ et al., 2017). Rotta et al. (2009) atrelaram o maior peso final dos animais NC, a maior produção de hormônios anabólicos pelos testículos, que favorecem a hipertrofia muscular, enquanto que os baixos níveis de testosterona encontrados em NOV, CC e IM resultam em menor crescimento muscular desses animais (RESTLE et al., 2000; VITTORI et al., 2006; PASCHOAL et al., 1998). Gómez et al. (2017) também visualizaram maior peso final em animais NC (572 kg) quando comparado aos CC (530 kg) e aos IM (543 kg), sendo que estes dois últimos também não diferiram entre si. No entanto, diferente do presente

estudo, Climaco et al. (2006) não observaram diferenças no peso final de animais NC e CC.

Outros estudos também avaliaram o peso vivo final em diferentes condições sexuais, como o conduzido por Amatayakul-Chantler et al. (2013) com bovinos da raça Nelore terminados a pasto, os quais relataram que os bovinos IM obtiveram peso final 8 kg superior ao dos bovinos CC, o que foi associado ao maior ganho médio diário dos IM ao longo do período de terminação. Já Rotta et al. (2009) avaliaram animais NC, NOV e vacas descarte e relataram menor peso final das NOV em relação aos NC e vacas descarte, enquanto Bures e Barton (2012) e Venkata-reddy et al. (2014), também observaram menor peso final em NOV quando comparado a NC e CC, onde esses autores remetem esses resultados devido a precocidade desses animais em atingirem peso final e depositar EGS.

Apesar da diferença observada do maior peso final dos animais NC, o ganho médio diário não foi diferente entre NC, NOV e CC neste estudo (Tabela 3). O presente trabalho apresentou maiores média de GMPD, quando comparado ao trabalho de Gómez et al. (2017) com bovinos NC, CC e IM da raça Nelore e também abatidos aos 24 meses. Os animais IM apresentaram menor ganho médio diário que os NCs, o que está de acordo com o observado por Gómez et al. (2017) que observaram maior GMD no grupo NC em comparação aos IM.

Muitos sistemas de produção de gado de corte, tem preferido a utilização de bovinos NC, por os mesmos terem um melhor desempenho, podendo apresentar 15% de maior de taxa de crescimento em relação as demais condições sexuais, principalmente aos maiores níveis de testosterona que propiciam uma maior produção de massa muscular (VENKATA REDDY et al., 2014; PASCHOAL et al., 1998).

Outros trabalhos também relatam a superioridade dos NC em relação as demais condição sexual no GMPD (ANTONELO et al., 2017; SCHOONMAKE et al., 2002; BURES; BARTON., 2012). Antonelo et al. (2017) com animais da raça Nelore relataram um maior GMPD em bovinos NC em relação aos IM. Schoonmake et al. (2002) com bovinos Angus x Simental, também observaram maior GMPD em animais NC, quando comparado a CC. Bures e Barton (2012) observaram maior GMPD em bovinos NC em relação a NOV de Charolês × Simental. Marcondes et al. (2008) com bovinos Nelore NC, CC e NOV, também observaram superioridade do GMPD dos machos NC, segundo os mesmos autores machos da raça Nelore NC ganham 24% a mais de peso que machos castrados, que, por sua vez, ganham 22% a mais que as fêmeas.

Neste estudo, a condição sexual não influenciou a IMS (Tabela 3). De acordo com Paulino et al. (2008) o efeito da condição sexual sobre a IMS não é consistente e, segundo com os mesmos autores, esse efeito pode ser confundido por outros fatores, como a idade, a composição e o peso corporal. Outros estudos também não observaram efeito da condição sexual sobre a IMS (ANTONELO et al., 2017; GÓMEZ et al., 2017; MARCONDES et al., 2008).

Por outro lado, Bailey e Duff (2005) visualizaram maior IMS em bovinos NC comparados a machos CC, que segundo os autores ocorreu para sustentar o maior GMPD dos NC, que também apresentaram maior conversão alimentar. Paulino et al. (2008) relataram maior IMS em fêmeas Nelore, comparado a machos NC e CC. Diferentemente, Bures e Barton (2012) observaram maior consumo de CC em comparação com NOV.

Neste estudo, a eficiência alimentar (EA) não foi influenciada pela condição sexual. Semelhante ao observado neste estudo, Antonelo et al. (2017) observaram que os NC apresentaram maior GMPD e peso final, e ausência de efeito na IMS e EA, em comparação a animais IM. Diferente ao encontrado, Silva et al. (2019) os bovinos NC, apresentaram IMS e GMPD similar aos CC, porém NC obtiveram maior peso de carcaça fria e tenderam a apresentar maior eficiência alimentar do que os CC. Gómez et al. (2017) relataram maior eficiência alimentar para os NC, frente aos CC e IM, em contraste os CC e IM tenderam a depositar mais gordura, característica esta que está negativamente associada ao GMPD e EA.

A condição sexual influenciou no PCQ, onde os bovinos NC apresentaram maior peso do que NOV, CC e IM (Tabela 4), já as demais CSs (NOVs, CCs e IM) não diferiram entre si. Outros trabalhos também relataram maiores PCQ em bovinos NC em relação a outras condições sexuais. Antonelo et al (2017) observaram maior peso dos NC em bovinos Nelore em comparação com os IM. Gómez et al. (2017) também relataram superioridade no PCQ em relação a animais CC e IM. Marcondes et al. (2008) também observaram maior PCQ nos NC quando comparado aos CC e as NOV, os mesmos autores atrelam essas diferenças no peso de carcaça a maior taxa de ganho e tecido muscular dos NC devido a presença de testosterona, fato que não é observado nas demais condições sexuais (NOV, CC e IM) que apresentam supressão deste hormônio.

Já Mueller et al. (2019), avaliando bovinos Angus×Nelore, relataram que o PCQ foi maior nos animais NC e IM em comparação com as NOV e os CC. Alguns trabalhos relatam a posição intermediária de características de desempenho dos IM, frente aos NC e CC. Amatayakul-Chantler et al. (2013) em seu trabalho com bovinos NC e IM mestiços,

relataram que o PCQ foi similar entre as condições sexuais, tal fato, não foi observado no presente estudo com bovinos da raça Nelore. Segundo Amatayakul-Chantler et al. (2013), a imunocastração pode ser mais vantajosa em característica de desempenho em animais mestiços, do que em animais Nelore, fato também observado por Gómez et al. (2017).

Não era esperado que as NOV apresentassem PCQ similar aos dos CC e IM. De acordo com a literatura, fêmeas tendem a alcançar o acabamento de carcaça mais cedo do que em relação as demais condições sexuais, o que resulta em um ponto de abate mais precoce, ocasionando um peso de carcaça menor quando comparado a demais condições sexuais (PASCHOAL et al., 1998). Além disso, no presente estudo os bovinos do grupo castrados e imunocastrados foram castrados tardios (acima de 12 meses), o que era esperado um maior incremento muscular devido a atividade da testosterona, o que não ocorreu, no entanto esses resultados se devem as semelhanças já relatadas dos valores de PCF, IMS, GMD e EA das NOV, CC e IM no atual trabalho.

Não foi encontrado efeito da condição sexual, no RCQ dos bovinos no presente estudo. Outros trabalhos também relataram a ausência da associação entre RCQ e condição sexual (ANTONELO et al., 2017; SILVA et al., 2019; JABOREK et al., 2019; AMATAYAKUL-CHANTLER et al., 2012; COOK et al., 2000; EUCLIDES FILHO et al., 2001). Corroborando os resultados do presente estudo, outros trabalhos relataram maior RCQ em machos NC em relação as demais condições sexuais (MOLETTA; PEROTTO, 1998; CLIMACO et al., 2006; GÓMEZ et al., 2017).

Houve tendencia de efeito da condição sexual na perda por resfriamento ($P=0,098$; Tabela 4), onde os animais NC apresentaram uma pequena maior percentagem de perda por resfriamento principalmente em relação aos CC e as NOV, onde esse resultado pode ser explicado devido a ligeira menor EGS dos NC frente aos CC e principalmente as NOV (Tabela 4), o que pode propiciar variações nas perdas por resfriamento.

Apesar da diferença na espessura de gordura entre as condições sexuais no presente estudo, todos os animais ultrapassaram o mínimo de 3 mm exigidos pela indústria frigorífica (PASCHOAL et al., 1998; LUCHIARI FILHO, 2000). A espessura de gordura funciona como isolante térmico e também como uma barreira contra a perda de água, ou seja, a desidratação da carcaça, resultando em uma menor perda por resfriamento e consequentemente menor desidratação da superfície da carcaça, que e deterioração da cor que influenciaria na aceitabilidade do consumidor e também redução da velocidade de resfriamento que pode ocasionar encurtamento pelo frio, processo que influenciaria também na maciez da carne (PFLANZER; FELÍCIO, 2009; SMITH;

CARPENTER, 1973; MUELLER et al., 2019), o que justifica os resultados encontrados no presente estudo, sobre perda de resfriamento e qualidade da carne principalmente atrelado a cor e maciez, que não foram influenciado pela condição sexual quando abatidos com EGS mínima de 4 mm.

Foi observado efeito da condição sexual na GRPI tanto em relação do peso absoluto, quanto em relação a porcentagem do PCQ (Tabela 4), onde em ambas características as NOV apresentaram superioridade em relação a outras condições sexuais (CC, IM e NC). No entanto a deposição excessiva de gordura renal, pélvica e inguinal não contribui para a qualidade da carne, pois esses tecidos são retirados da carcaça antes da venda, resultado em perda econômica (BAIK et al., 2014).

Jaborek et al. (2019) também relataram maiores valores de gordura interna para NOV, quando comparado a bovinos CC e NC. O resultado do presente estudo era almejado, pois é sabido que as NOV geralmente iniciam o processo de deposição de gordura mais precocemente em relação as demais condições sexuais.

Por os bovinos NC serem animais mais tardios em relação ao acabamento de carcaça, é previsto que os mesmos também apresentem menores pesos e porcentagem de gordura interna em relação as demais condições sexuais. Outros trabalhos também observaram menores teores de gordura nos NC (DUNSHEA et al., 2005; BURES; BARTON., 2012). Dunshea et al. (2005), visualizaram menor teor de gordura dos NC quando comparado aos CC, e Bures e Barton (2012) a mesma tendência ao comparar NC com NOV, sob mesma idade e manejo.

Não houve efeito da condição sexual sobre a AOL. Por os NC apresentarem maiores medidas de desempenho como PVF e PCQ, poderia esperar-se que esses animais apresentassem maior AOL em relação as demais condições sexuais, porém este resultado não ocorreu. No entanto, alguns trabalhos também relataram resultados similares aos encontrados (SILVA et al., 2019; COOK et al., 2000; BURES; BARTON, 2012). Silva et al. (2019) também não observaram diferenças da AOL entre bovinos NC e CC, semelhante ao encontrado por Bures e Barton (2012) com NC e NOV, e Cook et al. (2000) com NC e IM.

Diferente ao descoberto, outros trabalhos visualizaram maior AOL em bovinos NC em relação a outras condições sexuais. Marcondes et al (2008) em seu estudo com bovinos NC, observaram maior AOL em relação a fêmeas e CC, já os dois últimos não diferiram entre si. Vittori et al. (2006) e Antonelo et al. (2017) também observaram maior AOL em NC quando comparados com CC e IM, respectivamente. Resultados

semelhantes também foram encontrados por Venkata Reddy et al. (2014) com NCs (65,1 cm²), NOV (57,3 cm²) e CC (61,6 cm²) e Amatayakul-Chantler et al. (2012) com NC e IM, Jaborek et al. (2019) também relataram AOL superior de NC quando comparados a CC, IM e NOV onde as demais CS também não diferiram entre si. Nesses trabalhos, os autores sugerem a maior AOL dos NC devido a essa característica ser indicativo do grau de musculabilidade devido ao efeito da testosterona por promover o aumento da massa muscular (capacidade de depositar músculos) sem o concomitante aumento do tecido adiposo até o animal atingir a maturidade (VENKATA REDDY et al., 2014; JABOREK et al., 2019; VITTORI et al., 2006; ANTONELLO et al., 2017).

Todas as características de gordura (GRPI e EGS) neste estudo foram afetadas por a condição sexual, fato também observado por Bures e Barton (2012). Apesar da influência da condição sexual no acabamento de gordura, todas as categorias sexuais (NOV, CC, IM e NC) ultrapassaram o acabamento de gordura mínimo exigidos pelos frigoríficos brasileiros (> 3,00 mm), o que é recomendado para reduzir a velocidade de resfriamento da carcaça, melhorando a conversão do músculo em carne e evitando o encurtamento pelo frio (LUCHIARI FILHO, 2000; MARCONDES et al., 2008).

No atual estudo as NOV apresentaram maior valores numéricos (8,16 mm) de EGS em comparação aos CC (4,56 mm), aos IM (4,93 mm) e aos NC (4,35 mm) quando abatidos no mesmo período de confinamento e idade (Tabela 4). A maior deposição de gordura subcutânea das fêmeas, se deve ao fato delas atingirem o ponto de inflexão da curva de crescimento muscular mais precocemente, diminuindo assim, a velocidade de crescimento muscular, e iniciando o precoce depósito de gordura quando comparado aos CC, IM e NC, ou seja, as fêmeas são abatidas mais leves e com maior depósito de gordura (BURES; BARTON., 2012; MARCONDES et al., 2008; BERG; BUTTERFIELD, 1976; JABOREK et al., 2019; SCHOONMAKE et al., 2002; PASCHOAL et al 1998; EUCLIDES FILHO et al., 2001).

Outros autores também observaram resultados similares entre EGS e diferentes condições sexuais. Mueller et al. (2019) com bovinos Angus×Nelore confinados relataram que as NOV apresentaram maior EGS em relação aos CC, IM e NC. No entanto, por se tratar de animais oriundos de cruzamento com a raça Angus, foram observados maior EGS do que no presente estudo. Rotta et al. (2009) também observaram maior EGS entre NOV comparado a NC e CC.

No atual trabalho, animais CC, IM e NC apresentaram EGS similares entre si (Tabela 4). Semelhante ao encontrado por outros autores (VITTORI et al., 2006 com CC

e NC; MIGUEL et al (2013) com CC, IM e NC e Amatayakul-Chantler et al., 2013 com CC e IM). No entanto, esses resultados não eram esperados principalmente devido a maior concentração de testosterona dos NC, quando comparado aos CC e IM, sendo que um dos principais objetivos da castração é melhorar características de carcaça principalmente relacionadas a EGS (PADUA et al 2004), o que não ocorreu no presente estudo. Considerando esses fatores, era previsto uma deposição de gordura menor dos animais NC em comparação aos CC e IM (ANTONELO et al., 2017) e estes últimos um padrão intermediário de acabamento entre NOV e NC, como relatado por Amatayakul-chantler et al. (2012), Silva et al. (2019), Andreo et al. (2013), Ribeiro et al. (2004), Schoonmake et al. (2002) e Mueller et al. (2019). Esse padrão de resposta no presente estudo, evidencia as vantagens dos bovinos NC frente aos CC e IM em sistemas de mesmo manejo, idade e tempo de confinamento, pois os NC podem apresentar características de desempenho superior e EGS similar ao de animais castrados e imunocastrados, evidenciando desse modo vantagens produtivas e econômicas de machos NC.

As condições sexuais não influenciaram o pH 24 horas, que variaram entre 5,61 a 5,63 (Tabela 4) entre os grupos. Além disso, os valores de pH estão dentro da faixa normal (5,6 a 5,8) para carne bovina, para manter as propriedades da qualidade da carne e evitar ocorrência de carnes DFD (ANTONELO et al., 2017; PAGE et al., 2001; MUCHENJE et al., 2009). Amatayakul-Chantler et al. (2012) com bovinos NC e IM, Silva et al. (2019) com NC e CC e Filipcik et al. (2009) com CC e NOV também não observaram efeito entre pH 24 horas entre condições sexuais.

Diferente ao encontrado, alguns autores relataram maiores valores de pH em machos NC (FIELD, 1971), quando comparados a fêmeas (MACH et al., 2008; BURES; BARTON, 2012), CC e IM (GÓMEZ et al., 2017; MIGUEL et al., 2013), IM (ANTONELO et al., 2017) e NOV, CC e IM (MUELLER et al., 2019), sendo que em alguns desses estudos relataram também a ocorrência de carne DFD nas carcaça de machos NC (GÓMEZ et al., 2017; ANTONELO et al., 2017).

De acordo com Gómez et al. (2017), o pH da carne pode ser influenciado pela condição sexual e estresse pré-abate (GÓMEZ et al., 2017), sendo que esse estresse pode ocasionar a diminuição do glicogênio muscular *ante-mortem*, gerando uma menor queda do pH nos músculos post-mortem dando origem a um pH mais alto (>5,8) e ocasionando carne DFD (MIGUEL et al., 2013; MUELLER et al., 2019). Considerando os valores de pH do presente estudo, pode-se inferir que o manejo pré-abate dos animais não influenciando a queda do pH dessas carcaças e, conseqüentemente, a qualidade da carne.

As NOV apresentaram temperatura 24 horas maiores do que os demais grupos, que por sua vez não diferiram entre si (Tabela 4). A maior temperatura das carcaças das NOV após o resfriamento 24 horas, pode estar atrelado ao maior acabamento de gordura das NOV, quando comparado os CC, IM e NC, o que retardou a queda da temperatura da carcaça ao longo do resfriamento.

Silva et al. (2019) em sua pesquisa com bovinos da raça Nelore NC e CC, também não relataram diferenças na temperatura das carcaças, além disso, a EGS dos animais foram semelhantes entre si (NC=3,77 mm e CC=4,73 mm), como no presente estudo. Já Gómez et al (2017), encontraram resposta distinta com bovinos da raça Nelore NC, CC e IM, onde houve uma tendência ($P=0,0540$), a diferença na temperatura 24 horas (CCs=7,1°C, IMs=6,6°C e NC=6,6 °C).

A respeito dos pesos dos quartos, houve efeito da condição sexual apenas para o peso do quarto dianteiro (Tabela 5), sendo que os machos NC apresentaram maiores pesos em relação as NOV, os CC e os IM, enquanto as demais condições sexuais não diferiram entre si. Outros trabalhos apresentaram resultados concordantes referente ao maior peso do quarto dianteiro de machos NC (BERG; BUTTERFIELD, 1976; MARCONDES et al., 2008). Vittori et al. (2006) com bovinos CC e NC das raças Gir, Guzerá, Nelore e Caracu também encontraram maiores pesos de quarto dianteiro em NC, porém diferentemente do presente estudo, os NC apresentaram também maiores pesos de ponta de agulha e traseiro, quando comparados aos CC. Marcondes et al. (2008) com bovinos Nelore NC, CC e fêmeas, também relataram maiores pesos de dianteiro dos NC, além de que esses autores também relataram maior peso de traseiro especial dos NC em relação aos CC e fêmeas. Já Brigida et al. (2018) com bovinos Nelore NC e IM, observaram que os IM apresentaram menores pesos de quarto dianteiro e traseiro e ponta de agulha quando comparado aos NC. A superioridade do quarto dianteiro dos NC, se deve ao dimorfismo desses animais que direciona um maior ganho muscular na porção dianteira do que as demais porções da carcaça (VITTORI et al., 2006; BERG; BUTTERFIELD, 1976; MARCONDES et al., 2008).

Os animais do presente estudo, produziram carcaças com percentual de cortes com relação ao PCF dentro das recomendações (Tabela 5), onde é desejável 38 a 43% de dianteiro, 12 a 16% de ponta de agulha e 45 a 50% de traseiro especial (LUCHIARI FILHO., 2000; MARCONDES et al., 2008).

Com relação aos percentuais em relação ao PCF, os percentuais do quarto dianteiro e ponta de agulha expressaram efeito da condição sexual (Tabela 5). No

percentual de dianteiro, como esperado os NC apresentaram menor percentual, seguidos dos CC e IM que não diferiram entre si, e as NOV com percentagem inferior em relação as demais condições sexuais.

Considerando o percentual de ponta de agulha em relação ao PCF, as NOV apresentaram maior porcentagem, seguido dos CC, IM e por últimos NC (Tabela 5). Um dos fatores que pode estar atrelado essa maior percentagem, se deve a maior desenvolvimento da EGS e gordura nas NOV referentes as demais CS. Para mais, a menor PA dos NC pode estar relacionando também ao dimorfismo sexual como já citado, onde devido a testosterona dos NC, há maior crescimento da porção muscular dianteira em relação a ponta de agulha e traseiro (VITTORI et al., 2006). No entanto, diferente ao encontrado, Marcondes et al. (2008) não observaram efeito da condição sexual sobre a percentagem de ponta de agulha entre NC, CC e fêmeas da raça Nelore.

Houve uma tendência de efeito para percentual do quarto traseiro, que corresponde o local de distribuição dos cortes comerciais de varejo mais nobres (Tabela 5), onde os NC apresentaram menores proporções em relação os CC, IM e NOV. Outros trabalhos citam a maior porção de traseiro de animais castrados em relação aos NC (VITTORI et al., 2006). Segundo Vittori et al. (2006) nos casos em que carcaças de CC apresentam maior percentual de traseiro do que os NC, é devido a supressão dos hormônios sexuais masculinos que evitam o dimorfismo sexual principalmente atrelado a maior porção dos quartos dianteiros e consequentemente produzindo animais com maior potencial do quarto traseiro.

O percentual de porção comestível não foi influenciado pela condição sexual. Devido a superioridade nas características de desempenho, era esperado que o percentual de porção comestível, fosse superior em machos NC, no entanto, o mesmo não ocorreu. Diferente ao encontrado, Bures e Barton (2012) relataram a superioridade da maior proporção de carne total de bovinos NC.

Considerando ao percentual de aparas de gordura (gordura separável), as NOV apresentaram maiores pesos de aparas em comparação aos demais grupos, que por sua vez que não diferiram entre si. Esse resultado era esperado, devido a superioridade de componentes de gordura (EGS e gordura interna) nas carcaças das NOV, no entanto, deposição de gordura excessiva de gordura, não é viável economicamente, pois gorduras de carcaça e de cortes comerciais são retirados os excessos antes da venda, o que representa perda econômica (BAIK et al., 2014). Similar aos resultados encontrados, Jaborek et al (2019) com bovinos CC e NOV, e Bures e Barton (2012) com NC e NOV,

também relataram maior percentual de aparas em NOV em relação a outras condições sexuais.

Com relação ao percentual de ossos, essa característica foi inferior apenas nas NOV, pois os bovinos CC, IM e NC foram similares entre si (Tabela 5). Semelhante ao encontrado, Weglarz (2010), Venkata Reddy et al. (2014) e Jaborek et al. (2019) também relataram menor percentual de ossos de NOV, quando comparado a machos NC (WEGLARZ, 2010; VENKATA REDDY et al., 2014), e a CC (JABOREK et al., 2019). Entretanto resultados distintos referentes ao percentual de ossos, foram documentados em outros estudos, principalmente em relação a superioridade da percentagem de ossos dos NC em relação as demais CS (MARCONDES et al., 2008; BRIGIDA et al., 2018; VENKATA REDDY et al., 2014). Segundo Venkata Reddy et al. (2014) a maior teor de ossos de NC em alguns estudos se deve a rápida taxa de crescimento de machos NC ocasionado pela secreção de testosterona pelos testículos ao longo do período de seu crescimento.

Os pesos dos cortes individuais do quarto traseiro do contrafilé, capa de filé, file mignon, alcatra e maminha, não tiveram influência da condição sexual (Tabela 6). No entanto, os cortes do corte traseiro lagarto, coxão duro, coxão mole, “músculo” e patinho tenderam ($P=0,0776$) a apresentar influência da condição sexual, além disso em todos esses cortes, o peso dos bovinos NC foram superiores ao das NOV, CC e IM. Pode-se concluir que a castração e a imunocastração quando aplicada em bovinos machos, diminui pesos de alguns cortes do quarto traseiro, semelhante ao relatado por Brigida et al. (2018) em um estudo com machos NC e IM e Marcondes et al. 2008 com fêmeas, CC e NC. Esses resultados demonstram que os machos NC produzem carcaças com maior valor comercializável, devido principalmente a seu maior desempenho e eficiência (VITTORI et al., 2006), isso se deve a maior taxa de ganho de tecido muscular e conseqüentemente maior peso de abate desses animais.

Os pesos dos ossos do traseiro das NOV, foi inferior ao dos demais grupos. Esse resultado, foi semelhante a resposta a porcentagem de ossos relatado na Tabela 5, onde essa resposta se deve, a maior taxa de crescimentos de bovinos machos em relação a fêmeas e conseqüentemente menor teor e peso dos ossos. Com relação ao peso de retalhos (Tabela 6), essa característica não apresentou influência da condição sexual, enquanto o peso das aparas tendeu a ser maior nas NOV em relação aos CC, IM e NC, o que já era esperado devido ao maior percentual de gordura das fêmeas.

Dentre as características que afetam a qualidade da carne pode-se considerar a genética, nutrição, sistemas de terminação e condição sexual (ROTTA et al., 2009). Alguns estudos relatam que a qualidade da carne de touros é inferior à de NOV e CC (BURES; BARTON, 2012; FILIPCIK et al., 2009), no entanto, maioria desses estudos não foi considerado uma EGS mínima no momento do abate. Com isso, por os NC apresentarem um depósito tardio de gordura de acabamento, apresentam menores EGS quando comparado as demais condições sexuais quando é adotado como critério de abate o peso final, idade ou período de confinamento.

A cor da carne representa uma das características para a decisão do consumidor no momento da compra, pois influencia diretamente na aparência da carne (BURES; BARTON., 2012; DUNNE et al., 2004; JUNIOR et al., 2021). No presente estudo, o valor de L* (luminosidade) não foi influenciado pela condição sexual (Figura 3), indicando que as diferentes condições sexuais apresentaram semelhantes luminosidades. No entanto, o período de maturação, interferiu na luminosidade da carne, sendo que, na medida que os bifes maturaram, aumentaram a luminosidade da carne ($P < 0,001$). Outros estudos também não encontraram efeito nos valores de L* entre diferentes condições sexuais (AMATAYAKUL-CHANTLER et al., 2012; AMATAYAKUL-CHANTLER et al., 2013; CLIMACO et al., 2006). Amatayakul-Chantler et al. (2012) com bovinos NC e IM, Amatayakul-Chantler et al. (2013) com CC e IM e Climaco et al. (2006) com animais NC e CC.

Diferente ao observado, outros trabalhos relataram menor valor de L* (bifes mais escuros) na carne de bovinos NC quando comparado a outras condições sexuais (MAZON et al., 2019; GÓMEZ et al., 2019; JABOREK et al., 2019). Ambos estudos atrelaram a menor luminosidade dos bifes de animais NC, a presença de carne DFD nessas carcaças, devido ao pH final da carcaça acima de 5,8, que promove o consumo de oxigênio mitocondrial resultado em uma aparência mais escura da carne (MAZON et al., 2019; GÓMEZ et al., 2019; JABOREK et al., 2019; MIGUEL et al., 2013; BURES; BARTON., 2012). No entanto, esses resultados não foram observados no presente estudo, pois o pH de todas as CS foram abaixo de 5,8, não propiciando a ocorrência de carne DFD.

Com relação ao maior valor de L* ao longo dos dias de maturação (0, 7 e 14 dias) em todas as condições sexuais, encontrados no presente estudo (Figura 3). Mueller et al. (2019) também observaram que o processo de maturação aumentou a luminosidade da carne, entre carcaças de NOV, CC, IM e NC, onde os mesmos autores atrelam este resultado ao fato de a maturação ao longo do tempo promover a proteólise da carne que

pode alterar a estrutura celular do tecido, diminuindo capacidade de retenção de água da carne, propiciando uma maior reflexão da luz e consequentemente maior valor de L^* .

No presente estudo os valores de a^* também não foram afetados pela condição sexual (Figura 4), porém na medida que aumentaram os dias de maturação, houve aumento dos valores de a^* , ou seja, os bifes apresentaram uma coloração mais vermelha. Resultado similar ao encontrado com relação a condição sexual e a cor vermelha da carne foram relatados em outros trabalhos (JABOREK et al., 2019; AMATAYAKUL-CHANTLER et al., 2012; AMATAYAKUL-CHANTLER et al., 2013; MUELLER et al., 2019).

Diferente ao encontrado no presente estudo, Gómez et al. (2019) com bovinos da raça Nelore CC, IM e NC, observaram menores valores de a^* nos animais NC, quando comparado aos CC e IM, semelhante também ao encontrado por Mazon et al. (2019) com animais NC e IM. No entanto em ambos trabalhos, houve ocorrência de carne DFD nas carcaças dos NCs, o que interferiu nos valores de a^* nessa condição sexual. No entanto semelhante ao presente estudo, esses autores também relataram maiores valores de a^* em bifes maturados quando comparado a bifes frescos (GÓMEZ et al., 2019; MAZON et al., 2019).

Semelhante aos demais componentes da cor da carne, o valor de b^* não teve influência da condição sexual (Figura 5), no entanto o componente b^* aumentou na medida que aumentaram os dias maturação. Amatayakul-Chantler et al. (2012), também não relatam efeito do componente b^* entre NC e IM. Resultados semelhantes também foram encontrados por Climaco et al. (2006) e Ribeiro et al. (2004) com bovinos NC e CC, e Jaborek et al. (2019) com NOV e CC. Com resultados divergentes aos encontrados, outros estudos observaram menores valores de b^* dos NC quando comparado aos IM (MAZON et al., 2019), aos IM e CC (GÓMEZ et al., 2019; MIGUEL et al., 2013). Com relação ao aumento do componente b^* com os dias de maturação, Mazon et al. (2019) e Gómez et al. (2019) observaram o mesmo efeito, porém Mueller et al. (2019) não observaram o mesmo resultado em relação ao período de maturação no componente b^* da carne.

A maciez da carne tem sido considerada como o atributo mais importante de palatabilidade da carne, interferindo diretamente na qualidade da carne (PFLANZER; FELÍCIO, 2009). No presente estudo houve uma tendência da condição sexual influenciar a maciez da carne ($P=0,0585$; Figura 4), onde as NOV apresentaram menor força de cisalhamento quando comparada aos demais grupos. Bures e Barton (2012) e Filipcik et

al. (2009) também observaram carne mais macia em NOV quando comparado a animais NC; e NC e CC respectivamente.

Como no presente estudo foi adotado como critério de abate EGS acima de >4 mm, a menor força de cisalhamento em NOV, pode estar associada a fatores como quantidade e solubilidade de colágeno, diâmetro das fibras musculares, menor atividade da enzima calpastatina, menor nível sérico de testosterona, entre outros fatores (DIKEMAN et al., 1986, MORGAN et al., 1993; SILVA et al., 2014; AMATAYAKUL-CHANTLER et al., 2012; VENKATA REDDY et al., 2014).

Com relação a força de cisalhamento entre bovinos machos de diferentes condições sexuais, Miguel et al. (2013) também não observaram diferenças na maciez da carne entre machos NC, IM e CC das raças Nelore e Nelore x Angus terminados em confinamento, e semelhante ao presente estudo, os autores também relataram EGS semelhante entre as categorias sexuais. Similar ao encontrado por Silva et al. (2019), com bovinos Nelore jovens NC e CC e Amatayakul-Chantler et al. (2013) com bovinos Nelore IM e CC.

Esses resultados implicam que machos bovinos de diferentes condições sexuais (NC, CC e IM) quando abatidos jovens, com manejo adequado, mesmas condições de alimentação, EGS adequada (mínima de 4 mm) e semelhante entre si, podem apresentar similaridade entre as principais características de qualidade da carne (cor, maciez e perdas por cocção). Desse modo, destaca-se os benefícios na utilização de bovinos NC na pecuária de corte se torna destaque visando a lucratividade, pois além desses animais apresentarem melhores parâmetros no desempenho como ganho de peso, peso vivo final e peso de carcaça fria, peso de dianteiro, os mesmos quando bem manejados, não apresentam restrições em sua qualidade da carne quando comparado a animais castrados.

Por outro lado, diferente ao encontrado neste estudo, Amatayakul-Chantler et al. (2012) observaram menor maciez em animais NC do que os IM, porém neste estudo houve diferença de EGS entre as CS, onde os NC apresentaram média 3 mm e os IM de 5 mm, onde uma das possíveis explicações para resultados na maciez se deve ao encurtamento das fibras musculares pelo frio devido a menor acabamento de gordura.

Com relação aos dias de maturação, foi observado que a força de cisalhamento dos bifos diminuiu na medida que aumentou os dias de maturação (Figura 4), sendo os bifos maturados a 14 dias no presente estudo, os mais macios. Esse resultado era esperado pois é consenso na literatura que o período de maturação é um dos fatores que aumentam a maciez da carne (MONSÓN et al., 2005; BURES; BARTON, 2012). Isso ocorre, pois,

a maturação por meio de enzimas (proteínases) promove a degradação das proteínas estruturais das fibras musculares favorecendo assim a maciez da carne com aumento dos dias de maturação (VENKATA REDDY et al., 2014). Bures e Barton (2012) e Mueller et al. (2019) também observaram aumento da maciez na medida que aumentaram os dias de maturação da carne.

Apesar na menor força de cisalhamento nos bifes maturados aos 14 dias, os bifes do presente estudo não podem ser classificados como macios. Segundo Shackelford et al. (1995) o limite determinado para uma carne ser considerada macia é de 44,1 N, o que não foi encontrado no atual trabalho, onde os bifes numericamente com menores força de cisalhamento foram os das novilhas e aos 14 dias de maturação, porém a força de cisalhamento dessas amostras de carne foram de 45,43 N não podendo assim, classificá-la como macia. Dentre os fatores que se pode atrelar a esses resultados é referente ao componente genético dos bovinos utilizados no presente estudo, pois ambos são da raça Nelore, e animais dessa raça geralmente tendem a apresentar carne com maior força de cisalhamento.

A perda por cocção, ou seja, a perda de água dos bifes ao longo do cozimento da carne, pode influenciar o rendimento do produto, lucratividade, palatabilidade e aceitabilidade do consumidor final (MIGUEL et al., 2013). No presente estudo, as perdas por cocção dos bifes não foram influenciadas pela condição sexual ou pelo tempo de maturação ($P > 0,05$; Figura 2). Outros autores também não encontraram efeito entre condição sexual e perdas por cocção, com bovinos IM e CC criados a pasto (AMATAYAKUL-CHANTLER et al., 2013), com NC e IM confinados (MAZON et al., 2019) e Ribeiro et al. (2004) com animais CC, IM e NC também a pasto.

Pflanzer e Felício (2009) em seu trabalho, observaram que carcaças mais gordas apresentaram menores perdas por cocção, o que não foi observado no presente estudo, mesmo nas novilhas, que foi a condição sexual que apresentou maior gordura na carcaça. Semelhante ao relatado, Silva et al. (2019) não observaram efeito da condição sexual sobre perdas por cocção em animais Nelore NC e CC abatidos com EGS de 3,77 mm e 4,73 respectivamente. Além disso, os mesmos autores relatam que não houve diferença entre diferentes períodos de maturação, semelhante ao encontrado no presente trabalho. Miguel et al. (2013) com bovinos Nelore e Nelore x Aberdeen Angus CC, IM e NC com EGS de 5,45 mm, 4,9 mm e 4,91 mm respectivamente, também não relatam efeito da condição sexual nas perdas por cocção. Já Mueller et al. (2019), diferente ao encontrado, trabalhando com bovinos Angus × Nelore NC, IM, CC e NOV com EGS 16,50 mm, 11,99

mm, 12,64 mm e 7,56 mm respectivamente, observaram maior perdas por cocção em bifes de CC quando comparado a NC, IM e NOV.

Por outro lado, outros trabalhos relatam resultados diferentes ao encontrado referente a diferentes condições sexuais e perdas por cocção. Climaco et al. (2006) observaram menores perdas por cocção em bovinos NC em relação a animais CC, Venkata Reddy et al. (2014) e Gómez et al. (2017) também relatam maior retenção de água de bovinos nos bifes de animais NC quando comparados a outras condições sexuais, onde de acordo com Luchiari Filho (2000), esse resultados se devem aos altos valores de pH desses animais, quando submetidos a estresse pré-abate, o que aumenta a capacidade de retenção de água e conseqüentemente diminui a perda por cocção, diferente do que ocorreu no atual estudo, pois pH dos animais estiveram nos valores adequados.

6. CONCLUSÃO

Os resultados indicaram que o desempenho e as características de carcaça são significativamente influenciados pela condição sexual, onde os bovinos não-castrados devido ao seu maior anabolismo proteico propiciam melhores resultado de desempenho como peso vivo final, ganho médio de peso e peso de carcaça quente.

Com os resultados deste estudo, recomenda-se o abate de bovinos da raça Nelore com no mínimo acima de 4 mm acabamento de gordura para garantir padrões de qualidade na carcaça. De acordo com os resultados obtidos, quando adotado como critério de abate gordura de acabamento de 4 mm, não se justifica realizar a castração e imunocastração de bovinos machos, pois os bovinos não-castrados apresentam os melhores resultados de desempenho, características de carcaça em relação a bovinos castrados cirurgicamente, imunocastrados e qualidade da carne similar a de bovinos castrados cirurgicamente e imunocastrados.

A indústria brasileira de carnes pode explorar o abate de bovinos da raça Nelore não-castrados baseados no acabamento de gordura, com objetivo de adquirir uma maior eficiencia produtiva e estratégia para melhorar as características de carcaça e qualidade da carne, visando um maior retorno econômico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁLVAREZ-RODRÍGUEZ, J. et al. Effect of castration at 10 months of age on growth physiology and behavior of male feral beef cattle. **Animal Science Journal**, v. 88, n. 7, p. 991–998, 2017.

AMATAYAKUL-CHANTLER, S. et al, J. Immunocastration of Bos indicus-Brown Swiss cross bulls in a feedlot with the gonadotrophin releasing hormone vaccine Bopriva provides improved performance and meat quality. **Journal Animal Science**, 90(11), 3718–3728,2012.

AMATAYAKUL-CHANTLER, S. et al. Effects on performance and carcass and meat quality attributes following immunocastration with the gonadotropin releasing factor vaccine bopriva or surgical castration of bos indicus bulls raised on pasture in brazil. **Meat Science**, v. 95, n. 1, p. 78–84, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.04.008>>.

AMSA. Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental tenderness measurements of meat. 2. ed. Champaign, Illinois: American Meat Science Association, 2015.

ANARUMA, R. J. et al. Castration age and growth, meat production and meat quality of Nellore male cattle. **Animal Production Science**, v. 60, n. 5, p. 725–731, 2020.

ANTONELO, D. S. et al. Effects of immunocastration and β -adrenergic agonists on the performance and carcass traits of feedlot finished Nellore cattle. **Animal**, v. 11, n. 11, p. 2103–2110, 2017.

ASCOLI, M.; D. PUETT. The gonadotropin hormones and their receptors. *Reproductive Endocrinology: Physiology, Pathophysiology, and Clinical Management*. Elsevier Inc, America, 35–44; 36, 2009.

ABIEC, Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne - **Beef report – Perfil da pecuária no Brasil**, p. 04 – 08. Disponível em: <http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2020/>

BAIK, M.. et al. Association of DNA methylation levels with tissue-specific expression of adipogenic and lipogenic genes in longissimus dorsi muscle of Korean cattle, Asian-Australas. **J. Anim. Sci** 27, 1493–1498, 2014.

BAILEY, C.R.; DUFF, G.C. Protein requirements for finishing beef cattle. In: SOUTHWEST NUTRITION CONFERENCE, 2005, Tucson. Proceedings... Tucson: The University of Arizona, 2005. p.78-85, 2005.

BALL, J. J. et al. CASE STUDY: Effect of injectable castration regimen on beef bull calves. **Professional Animal Scientist**, v. 34, n. 2, p. 218–222, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.15232/pas.2017-01671>>.

BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. New concepts of cattle growth. **Sidney University**

Press, Sidney, Australia, 1976.

BLANCO, M. et al. Performance, carcass and meat quality of young bulls, steers and heifers slaughtered at a common body weight. **Livestock Science**, v. 240, n. June, p. 104156, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104156>>.

BRIGIDA, D. J. et al. Effects of immunocastration and a β -adrenergic agonist on retail cuts of feedlot finished Nellore cattle. **Animal**, v. 12, n. 8, p. 1690–1695, 2018.

BROWN, A. C. et al. Effect of castration timing and oral Meloxicam administration on growth performance, inflammation, behavior, and carcass quality of beef calves. **Journal of Animal Science**, v. 93, n. 5, p. 2460–2470, 2015.

BUREŠ, D.; BARTON, L. Growth performance, carcass traits and meat quality of bulls and heifers slaughtered at different ages. **Czech Journal of Animal Science**, v. 57, n. 1, p. 34–43, 2012.

CHOAT, W. T. et al. The effects of cattle sex on carcass characteristics and longissimus muscle palatability. **Journal of Animal Science**, v. 84, n. 7, p. 1820–1826, 2006.

CHOI B. H et al. Effects of feeding patterns and sexes on growth rate, carcass trait and grade in Korean native cattle. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences** 15, 838–843, 2002.

CLIMACO, S. et al. Características de carcaça e qualidade da carne de bovinos de corte de quatro grupos genéticos terminados em confinamento Carcass characteristics and meat quality of four genetics groups of beef cattle finished in feedlot. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.12, p.2791-2798, 2011.

COOK, R. B. et al. The effects of active immunization against GnRH on testicular development, feedlot performance, and carcass characteristics of beef bulls. **Journal of Animal Science**, v. 78, n. 11, p. 2778–2783, 2000.

COSGROVE, G. P. et al. Effects of post-pubertal castration and diet on growth rate and meat quality of bulls. **Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod.** 56:390–393, 1996.

CROSS, H. R.; SCHANBACHER, B. D.; CROUSE, J. D. Sex, age and breed related changes in bovine testosterone and intramuscular collagen. **Meat Science**, v. 10, n. 3, p. 187–195, 1984.

DIKEMAN, M. E. et al. Longissimus muscle quality, palatability and connective tissue histological characteristics of bulls and steers fed different energy levels and slaughtered at four ages. **Journal of Animal Science**, v. 63, n. 1, p. 92–101, 1986.

DOLEZAL, H.G. et al. Comparison of Subcutaneous Fat Thickness, Marbling and Quality Grade for Predicting Palatability of Beef. **Journal of food Science**, v.47, p.397-401, 1982.

DUNNE, P. G. et al. Colour of subcutaneous adipose tissue and M. longissimus dorsi of high index dairy and beef × dairy cattle slaughtered at two liveweights as bulls and steers. **Meat Science**, v.68, n.1, p.97-106, 2004.

DUNSHEA F.R. et al. Effects of dietary factors and other metabolic modifiers on quality and nutritional value of meat. **Meat Science**, 71, 8–38,2005.

EUCLIDES FILHO, K.. et al. Efeito de idade à castração e de grupos genéticos sobre o desempenho em confinamento e características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.71-76, 2001.

FAUSTMAN, C.; SUMAN, S. P. **The Eating Quality of Meat: I-Color**. Lawrie's Meat Science - Eighth Edition, [s.l.] Elsevier Ltd, 2017.

FIELD, R.A. Effect of castration on meat quality and quantity. **J. Anim. Sci.**, v.32, p.849-857, 1971.

FILIPCIK, R. et al. The factors Influencing beef quality in bulls, heifers and steers. **Slovak J. Anim. Sci.**, v.42, n.2, p. 54–61, 2009.

GÓMEZ, J. F. M. et al. Effects of immunocastration on the performance and meat quality traits of feedlot-finished Bos indicus (Nellore) cattle. **Animal Production Science**, v. 59, n. 1, p. 183–190, 2019.

GONZÁLEZ, L. A. et al. Pain mitigation after band castration of beef calves and its effects on performance, behavior, Escherichia coli, and salivary cortisol. **J. Anim. Sci.** 88:802–810, 2010.

GRANDIN, T. Animal welfare and society concerns finding the missing link. **Meat Science**, v.98, p.461-469, 2014. DOI: 10.1016/j. meatsci.2014.05.011

HEDRICK, H. B.; THOMPSON, G. B. Comparison of feedlot performance and carcass characteristics of half-Sib Bulls, steers and Heifers. **Journal of Animal Science**, v.29, n.5, p.687–694, 2018.

HERNANDEZ, J. A. et al. Reproductive characteristics of grass-fed, luteinizing hormone-releasing hormone-immunocastrated Bos indicus bulls. **Journal of Animal Science**, v. 83, n. 12, p. 2901–2907, 2005.

HUFF-LONERGAN, E., LONERGAN, S.; Mechanisms of water-holding capacity of meat: the role of postmortem biochemical and structural changes. **Meat Science** 71, p.194-204, 2005.

JABOREK, J. et al. Evaluation of feedlot performance, carcass characteristics, carcass retail cut distribution, Warner-Bratzler shear force, and fatty acid composition of crossbred Jersey steers and heifers. **Applied Animal Science**. v.35, n.6, p.615-627, 2019.

JANNET F. et al. Vaccination against gonadotropin-releasing factor (GnRF) with Bopriva significantly decreases testicular development, serum testosterone levels and physical activity in pubertal bulls. **Theriogenology**, 78, 182–188, 2012.

JENKINS T.G., FERRELL C.L Characterization of post-weaning traits of Simmental and Hereford bulls and heifers. **Animal Production**, 39, 355–364, 1984.

JUNIOR, F. et al. Subcutaneous fat thickness at slaughter in castrated and non-castrated Santa Inês and Dorper lambs and its influence on meat and carcass quality. **Livestock Science**. v.253, 2021.

KING, D.A. et al. Chilling and cooking rate effects on some myofibrillar determinants of tenderness of beef. **J. Anim. Sci.** 81, 1473–1481, 2003.

LAGE, J. F. et al. Influence of genetic type and level of concentrate in the finishing diet on carcass and meat quality traits in beef heifers. **Meat Science**, v. 90, n. 3, p. 770–774, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.11.012>>

LOCHNER, J. V. et al. Early-postmortem cooling rate and beef tenderness. **Meat Science**, v. 4, p.227-241, 1980.

LONERGAN, E. H. et al. Biochemistry of postmortem muscle – Lessons on mechanisms of meat tenderization. **Meat Science**, 86, 184–195, 2010.

LUCHIARI FILHO, A . Pecuária da Carne Bovina (1st ed.). São Paulo: A, Luchiari Filho (134 pp.), 2000.

MACHADO, D. S. et al. Meta-analysis of the immunocastration technique (anti-GnRH) for male bovines in the finishing phase. **Pesq. agropec. bras., Brasília**, v.53, n.8, p.961-969, 2018, 2018.

MARCONDES, M. I. et al. Consumo e desempenho de animais alimentados individualmente ou em grupo e características de carcaça de animais Nelore de três classes sexuais. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.12, p.2243-2250, 2008.

MARTI, S. et al. Effects on performance and meat quality of Holstein bulls fed high concentrate diets without implants following immunological castration. **Meat Science**, 126, 36–42, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.11.013>

MATARNEH, S. K.; SILVA, S. L.; GERRARD, D. E. New Insights in Muscle Biology that Alter Meat Quality. **Annual Review of Animal Biosciences**, v. 9, n. 1, 2021.

MACH N. et al. Association between animal, transportation, slaughterhouse practices, and meat pH in beef. **Meat Science**, v.78, p.232–238, 2008.

MAZON, M. R. et al. Effects of combining immunocastration and β -adrenergic agonists on the meat quality of Nelore cattle. **Livestock Science**, v. 226, n. May, p. 13–20, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.05.015>>.

MELUCCI, L. M. et al. Genetic and management factors affecting beef quality in grazing

Hereford steers. **Meat Science**, v. 92, n. 4, p. 768–774, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.06.036>>.

MIGUEL, G. Z. et al. Immunocastration improves carcass traits and beef color attributes in Nellore and Nellore×Aberdeen Angus crossbred animals finished in feedlot. **Meat Science**, v. 96, n. 2, p. 884–891, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.08.030>>.

MILLER, R.K. Obtendo Carne de Qualidade Consistente. **In:** 1º Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes, Anais. São Pedro. p.123-136, 2011.

MOLETTA, J. L. et al. Características da carcaça e da carne de bovinos não-castrados ou castrados terminados em confinamento e alimentados com três níveis de concentrado. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 2, p. 1035–1049, 2014.

MOLONEY, A.P.; MCGEE, M. **Factors Influencing the Growth of Meat Animals-** Lawrie's Meat Science - Eighth Edition, 2007.

MOORE M.C. et al. National Beef Quality Audit: in-plant survey of targeted carcass characteristics related to quality, quantity, value, and marketing of fed steers and heifers. **Journal of Animal Science** 90, 5143– 5151, 2012.

MOREIRA A.D. et al. Castration methods in crossbred cattle raised on tropical pasture. **Animal Production Science**, 2017 doi:10.1071/AN16580

MORGAN, J. B. et al. Effect of castration on myofibrillar protein turnover, endogenous proteinase activities, and muscle growth in bovine skeletal muscle. **Journal of animal science**, v. 71, n. 2, p. 408–414, 1993.

MONSÓN F. et al. Influence of breed and ageing time on the sensory meat quality and consumer acceptability in intensively reared beef. **Meat Science**, v.71, p.471–479, 2005.

MUELLER, L. F. et al. Gender status effect on carcass and meat quality traits of feedlot Angus × Nellore cattle. **Animal Science Journal**, v. 90, n. 8, p. 1078–1089, 2019.

MUCHENJE, V. et al. Relationship between pre-slaughter stress responsiveness and beef quality in three cattle breeds. **Meat Science**, 81(4), 653-657, 2009.

NEEDHAM, T. et al. Sex influence on muscle yield and physiochemical characteristics of common eland (*Taurotragus oryx*) meat. **Meat Science**, v. 152, n. February, p. 41–48, 2019.

OLIVER, W.T. et al. A gonadotropin-releasing factor vaccine (Improvac) and porcine somatotropin have synergistic and additive effects on growth performance in group-housed boars and gilts. **Journal of Animal Science**, v.81, p.1959-1966, 2003. DOI: 10.2527/2003.8181959x.

PADUA, J. et al. Genotype and sex condition on performance and carcass characteristics of young beef cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2330-2342, 2004.

PAGE, J. K. et al. A survey of beef muscle color and pH. **J. Anim. Sci.** v.79, p.678–687, 2001. <https://doi.org/10.2527/2001.793678x>.

PANJONO et al. Carcass characteristics of Hanwoo (Korean cattle) from different sex conditions, raising altitudes and slaughter seasons. **Livestock Science**, v. 123, n. 2–3, p. 283–287, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2008.11.024>>.

PASCOAL, R.A.F. Efeito da castração e introdução de chumbo intrauterino no ganho de peso de novilhas, 14f. Monografia (Curso de Zootecnia) - **Universidade Estadual Paulista**, Ilha Solteira, SP, 1998.

PAULINO, P.V.R. et al. Desempenho produtivo de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais alimentados com dietas contendo dois níveis de oferta de concentrado. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.6, p.1079-1087, 2008.

PÉREZ-LINARES, C. et al. Effect of immunocastration with Bopriva on carcass characteristics and meat quality of feedlot Holstein bulls. **Meat Science**, v. 123, p. 45–49, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.08.006>>.

PFLANZER, S.B. et al. Effects of teeth maturity and fatness of Nelore (*Bos indicus*) steer carcasses on instrumental and sensory tenderness. **Meat Science** 83, 697–701, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.08.011>>.

PURCHAS, R.W. et al. Effects of growth potential and growth path on tenderness of beef longissimus muscle from bulls and steers. **J. Anim. Sci.** 80, 2002

REECE, W.O. **Dukes- Fisiologia dos Animais Domésticos**. 12^a ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A., 926p, 2006.

RESTLE, J. et al. Características de Carcaça de Bovinos de Corte Inteiros ou Castrados de Diferentes Composições Raciais Charolês x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 5, p. 1371–1379, 2000.

RIBEIRO, E. L. D. A. et al. Growth and carcass characteristics of pasture fed LHRH immunocastrated, castrated and intact *Bos indicus* bulls. **Meat Science**, v. 68, n. 2, p. 285–290, 2004.

RODRIGUEZ, J. et al. Carcass and meat quality characteristics of Brahman cross bulls and steers finished on tropical pastures in Costa Rica. **Meat Science**, v. 96, n. 3, p. 1340–1344, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.10.024>>.

ROTTA, P. P. et al. The Effects of Genetic Groups, Nutrition, Finishing Systems and Gender of Brazilian Cattle on Carcass Characteristics and Beef Composition and Appearance: A Review. **Asian- Aust. j. Anim. Sci.** v.22, n.12, p.1718-1734, 2009.

SAWYER, J. T. et al. Fresh and cooked color of dark-cutting beef can be altered by post-

rigor enhancement with lactic acid. **Meat Science**, v. 83, n. 2, p. 263–270, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.05.008>>.

SCHANBACHER, B. D. Response of ram lambs to active immunization against testosterone and luteinizing hormone-releasing hormone. **Am. J. Physiol.** 242:E201-E205, 1982.

SHACKELFORD, S. D. et al. Effects of slaughter age on meat tenderness and USDA carcass maturity scores of beef females. **Journal of Animal Science**. v.73, n.11, p.3304-3309, 1995.

SCHOONMAKE, J. et al. Effect of age at feedlot entry on performance and carcass characteristics of bulls and steers. **Journal of Animal Science**. v.80, n.9, p.2247-2254, 2002.

SEIDEMAN, S. C. et al. Utilization of the Intact Male for Red Meat Production: A Review. **Journal of Animal Science**, v. 55, n. 4, p. 826–840, 1982.

SILVA, B. et al. Características endócrinas, metabólicas e indicadoras da qualidade da carne em bovinos Nelore castrados e não castrados. **Ciencia Rural**, v. 44, n. 5, p. 904–910, 2014.

SMITH, G.C. et al. Fatness, rate of chilling and tenderness os lamb. *J. Food Sci.* v. 41. p.748, 1976.

SMITH, G. C., CARPENTER, Z. L. Postmortem shrinkage of lamb carcasses. **Journal of Animal Science**, 36(5), 862–867, 1973. <https://doi.org/10.2527/jas1973.365862x>

THOMPSON J. Managing meat tenderness. **Meat Science** 62, 295–308. 2002. doi:10.1016/S0309-1740(02)00126-2

VENKATA REDDY, B. et al. Beef quality traits of heifer in comparison with steer, bull and cow at various feeding environments. **Animal Science Journal**, v. 86, n. 1, p. 1–16, 2014.

VITTORI, A. et al. Carcass traits of finishing steers and bulls from different genetic groups. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.5, p.2085-2092, 2006.

VITTORI, A. et al. Desempenho produtivo de bovinos de diferentes grupos raciais, castrados e não-castrados, em fase de terminação. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**, vol.59, n.5, pp.1263-1269, 2007.

VOISINET, B.D. et al. Feedlot cattle with calm temperaments have higher average daily gains than cattle with excitable temperaments. **J. Anim. Sci.** 75(4):892-6, 1997. <https://doi.org/10.2527/1997.754892x>

WEGLARZ, A. Quality of beef from semi-intensively fattened heifers and bulls. **Animal Science Papers and Reports**, v. 28, n. 3, p. 207–218, 2010.