

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**USO DE GORDURA PROTEGIDA NA RECRIA EM  
PASTAGEM E NA TERMINAÇÃO EM CONFINAMENTO DE  
BOVINOS NELORE**

**Beatriz Lima Vellini  
Zootecnista**

**2019**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**USO DE GORDURA PROTEGIDA NA RECRIA EM  
PASTAGEM E NA TERMINAÇÃO EM CONFINAMENTO DE  
BOVINOS NELORE**

**Discente: Msc. Beatriz Lima Vellini**

**Orientador: Prof. Dr. Flávio Dutra de Resende**

**Coorientadora: Dra. Laura Franco Prados**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia

**2019**

## FICHA CATALOGRÁFICA

V439u Vellini, Beatriz Lima  
Uso de gordura protegida na recria em pastagem e na terminação em confinamento de bovinos nelore / Beatriz Lima Vellini. -- Jaboticabal, 2019  
75 p. : tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal  
Orientador: Flávio Dutra de Resende  
Coorientadora: Laura Franco Prados

1. Confinamento. 2. Eficiência alimentar. 3. Gordura protegida. 4. Recria. 5. Suplementação. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: USO DE GORDURA PROTEGIDA NA RECREIA EM PASTAGEM E NA TERMINAÇÃO EM CONFINAMENTO DE BOVINOS NELORE

AUTORA: BEATRIZ LIMA VELLINI

ORIENTADOR: FLÁVIO DUTRA DE RESENDE

COORIENTADORA: LAURA FRANCO PRADOS

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em ZOOTECNIA, pela Comissão Examinadora:

Pesquisador Dr. FLÁVIO DUTRA DE RESENDE  
Departamento de Descentralização do Desenvolvimento / APTA - Colina/SP

Prof. Dr. DANILO DOMINGUES MILLEN  
Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas/UNESP / Dracena-SP

Prof. Dr. OTAVIO RODRIGUES MACHADO NETO  
Departamento de Produção Animal-FMVZ/UNESP / Botucatu/SP

Dr. BRUNO IEDA CAPPELLOZZA  
Pesquisa e Desenvolvimento-Nutricop / Araras/SP

Profa. Dra. WIGNEZ HENRIQUE  
Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios / APTA / São José do Rio Preto/SP

Jaboticabal, 13 de novembro de 2019

## **DADOS CURRICULARES DA AUTORA**

Beatriz Lima Vellini, nascida em 27 de setembro de 1987 na cidade de Maringá, Paraná, filha de Luiz Carlos de Lima e Rosângela de Fátima da Silva Lima. Em 2006 ingressou no curso de Zootecnia na Universidade Estadual de Maringá – UEM, Campus de Maringá-PR, obtendo o título de Zootecnista em 2011, sob orientação do Professor Dr. Ivanor Nunes do Prado. Em 2012 iniciou o mestrado em Zootecnia pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, sob orientação do Professor Dr. Flávio Dutra de Resende, sendo bolsista pela CAPES e CNPq. Em 2016 iniciou o doutorado em Zootecnia pela mesma instituição, sob orientação do Professor Dr. Flávio Dutra de Resende, sendo bolsista pela CAPES.

“Não é sobre chegar no topo do mundo e saber que venceu,  
É sobre escalar e sentir que o caminho te fortaleceu!”

Ana Vilela

Aos meus pais e espelhos de vida, Rosângela e Luiz, que juntos sempre fizeram o impossível para que eu chegasse até aqui. Ao meu irmão Luiz Henrique, que sempre me ajudou e apoiou em tudo! Ao meu marido Adriano por todo apoio e paciência durante essa caminhada. Aos meus filhos Ricardo e Vinícius, que são a razão e o propósito de tudo que faço nesta vida!

**Dedico**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, que tem sido fiel e desde o princípio desta trajetória tem me dado forças para tornar possível mais este sonho...

Em segundo a família que tenho a honra de pertencer: meu pai Luiz Carlos de Lima e minha mãe Rosângela de Fátima S. Lima pelo incentivo para tornar mais esse *nosso* sonho realidade... *Obrigada por serem o apoio, o incentivo e o amor mais verdadeiro e presente, apesar da distância...* e ao meu irmão Luiz Henrique da Silva Lima... *Obrigada por toda ajuda, paciência e parceria... Amo vocês!*

Ao Prof. Dr. Flávio Dutra de Resende, muito obrigada por tudo! Por ter sido sempre um Mestre paciente e por sempre me apoiar desde o início do mestrado... *Sou e serei eternamente grata.*

Ao pesquisador Gustavo Rezende Siqueira pela grandiosa contribuição na condução e elaboração deste trabalho... *Sou e serei muito grata a você!*

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual Paulista, UNESP – campus de Jaboticabal e seus professores pelos ensinamentos e oportunidade de realização do mestrado...

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

Aos funcionários do Polo Regional de Desenvolvimento Tecnológico do Agronegócio, Apta – Alta Mogiana, pelo convívio e auxílio no desenvolvimento do projeto ...

De maneira carinhosa e especial, toda minha gratidão ao time que formamos durante todo período experimental: Paloma Helena (Bródi), Hugo, Rebeca, William, Jaqueline e Eduarda. Sem vocês NADA teria sido concretizado! VALEU TIME!!!!

A todos os colegas do grupo GEPROR da APTA ... Muito obrigada por todo apoio e ajuda. Profissionais que trilham brilhantemente suas carreiras dos quais me orgulho muito: Cleisy, Danúbia, Ivanna, Aline, Verônica Brow, Flávio Monção (só alegria), Felipe, Letícia, Iorrano, Laylles e Jéssica ... Vocês moram no meu coração!

A Laura, minha coorientadora! Toda minha gratidão, todo meu amor, toda minha atenção, todo meu sentimento mais positivo e bondoso! Você não tem ideia do ser humano iluminado que és! MUITO OBRIGADA!!!!

Ao Minerva Foods por ter permitido que parte desta pesquisa fosse realizada em suas instalações...

A empresa Nutricorp, pelo apoio com o suplemento utilizado no experimento...

...e a todos que de alguma forma se sentiram não agradecidos... Por favor: sintam-se imensamente agradecidos por tudo que me proporcionaram...



## SUMÁRIO


COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS .....	ii
RESUMO .....	iii
ABSTRACT .....	iv
LISTA DE TABELAS .....	vii
LISTA DE FIGURAS .....	x
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVO .....	2
3. HIPÓTESE .....	3
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
4.1. <i>Recria e crescimento de bovinos</i> .....	3
4.2. <i>Suplementação na recria</i> .....	5
4.3. <i>Influência da recria na terminação</i> .....	7
4.4. <i>Confinamento</i> .....	9
4.5. <i>Metabolismo e uso de gordura</i> .....	10
4.5.1. <i>Metabolismo de gordura nos ruminantes</i> .....	11
4.5.2. <i>Gordura protegida</i> .....	12
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
6. RESULTADOS.....	33
7. DISCUSSÃO .....	50
8. CONCLUSÃO .....	57
9. REFERÊNCIAS .....	59

## CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado **"Influência da suplementação com ácido palmítico protegido na dieta durante a recria e terminação de Bovinos Nelore sobre desempenho e qualidade da carne"**, protocolo nº 17.582/16, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Gustavo Rezende Siqueira, 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) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de junho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 14 de dezembro de 2016.

Vigência do Projeto	08/12/2016 a 28/10/2017
Espécie / Linhagem	<i>Bos indicus</i> / Nelore
Nº de animais	124
Peso / Idade	190 kg/ 08 meses
Sexo	Macho
Origem	Apta Colina

Jaboticabal, 14 de dezembro de 2016.

  
**Prof.ª Dr.ª Lizandra Amoroso**  
Coordenadora – CEUA

## USO DE GORDURA PROTEGIDA NA RECRIA EM PASTAGEM E NA TERMINAÇÃO EM CONFINAMENTO DE BOVINOS NELORE

**RESUMO** - Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito da suplementação com gordura protegida contendo ácidos graxos saturados e insaturados, durante a recria em pastagens e na terminação em confinamento de tourinhos Nelore. O experimento foi desenvolvido no Polo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Mogiana, em Colina – SP. Foram utilizados 124 tourinhos, com 8 meses de idade e peso corporal (PC) médio inicial de 190 kg  $\pm$  25,1, blocados por peso e avaliados durante a primavera, verão e outono em pastejo de lotação contínua com taxa de lotação variável (fase de recria), distribuídos ao acaso em dois tratamentos: 1) Controle - suplementação proteica-energética 3 g/kg de PC (sem gordura protegida); 2) Gordura Protegida - Suplementação proteica-energética 3 g/kg de PC com adição de ácidos graxos saturados e insaturados na forma protegida (Blend, Nutricorp, Araras, São Paulo, Brasil). Após a recria (270 dias), os animais com média de 20 meses e 420 kg, foram confinados em 12 baias, por 106 dias, e distribuídos entre 4 tratamentos: 1) CONT – CONT: Controle da recria sem a presença de gordura protegida no confinamento; 2) CONT - GORP: Controle da recria com a presença de gordura protegida no confinamento; 3)GORP – CONT: Gordura protegida da recria sem a presença de gordura protegida no confinamento e 4)GORP – GORP: Gordura protegida da recria com a presença de gordura protegida no confinamento. Para os parâmetros sanguíneos durante a fase da recria, foram sorteados 3 animais/piquete do primeiro bloco, e na fase da terminação, foram utilizados os mesmos da fase da recria além de sorteados mais 3 animais de cada baia dos demais blocos. Ao final da fase da terminação, 4 animais por baia foram sorteados para avaliação das características de carcaça. No confinamento foi utilizado um delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 2x2, onde os animais foram blocados por peso, sendo o fator 1 os tratamentos da recria, e o fator 2 a ausência ou presença da gordura protegida. As médias foram comparadas pelo teste *T* e as diferenças consideradas a partir do  $P < 0,05$  e tendências foram discutidas quando  $0,05 \leq P \leq 0,10$ . As análises estatísticas foram feitas utilizando o software SAS. Na recria houve efeito de tratamento para ganho médio diário (GMD) ( $P = 0,036$ ), onde a adição da gordura protegida no suplemento apresentou tendência de ganho adicional de 0,068 kg ( $P = 0,078$ ) na estação seca. Houve efeito de tratamento ( $P < 0,05$ ) para PC final (kg), peso de carcaça quente (kg), GMD (kg), GMD em carcaça (kg), rendimento de carcaça (%) e rendimento do ganho (%), além de tendência para espessura de gordura (mm) ( $P = 0,069$ ), sendo todas superiores para o tratamento GORP. Na terminação, não houve diferença estatística para consumo de matéria seca (CMS) ( $P > 0,05$ ). Os animais do tratamento GORP na recria apresentaram tendência para maior PC final ( $P = 0,067$ ). Houve interação significativa para recria e terminação para eficiência alimentar (kg de PC), onde animais do CONT-GORP foram mais eficientes ( $P = 0,087$ ). Os animais do tratamento GORP da fase da recria apresentaram tendência para maior peso de carcaça quente final ( $P = 0,061$ ). Já os animais que receberam gordura protegida na terminação ( $P = 0,021$ ) apresentaram melhor eficiência alimentar em carcaça (kg de carcaça). O uso da gordura protegida

não alterou a composição química da carcaça, a composição química da carne, bem como também não alterou a qualidade da carne. A utilização da gordura protegida eleva o ganho em peso dos animais na fase da recria, e reflete seus efeitos na terminação, proporcionando carcaças mais pesadas. Quando utilizada na fase de terminação aumenta a eficiência alimentar dos animais.

**Palavras-chave:** confinamento, eficiência alimentar, gordura protegida, recria, suplementação

## USE OF PROTECTED FAT IN GROWING PHASE ON PASTURE AND FINISHING PHASE IN FEEDLOT FOR NELLORE CATTLE

**ABSTRACT** - The objective of this study was to evaluate the effect of supplementation with protected fat containing saturated and unsaturated fatty acids in diet of Nellore cattle during growing phase on pasture and finishing phase in the feedlot. The experiment was carried out at the Regional Technological Development Center of the Agribusiness of Alta Mogiana (APTA), in Colina - SP. One hundred twenty-four young bulls were used (months old) with initial body weight (BW) of 190 kg  $\pm$  25.1. The animals were blocked by BW and evaluated during the spring, summer and autumn in grazing systems through growing phase, randomly distributed into two treatments (with or without protected fat): 1) Control - protein-energy supplementation 3 g/kg BW (without protected fat); 2) Protected Fat - Protein-energetic supplementation 3 g/kg BW with addition of saturated and unsaturated fatty acids in protected form (Blend, Nutricorp, Araras, São Paulo, Brazil). Following the growing phase (270 days), the animals with an average of 20 months and 420 kg were finished in feedlot (106 days), three replicates (totalizing 12 pens) within each treatment were randomly assigned to one of two treatments (with or without protected fat during finishing phase). The treatments diets were: 1) CON - CON: Control without protected fat in feedlot; 2) CON - FAT: Control during the growing phase with protected fat in feedlot; 3) FAT - CON: Protected fat during the growing phase without protected fat in feedlot and 4) FAT - FAT: Protected fat during the growing phase with protected fat in feedlot. The blood parameters during the growing phase were measured in 3 animals/paddock. At the finishing phase, for blood parameters, the same animals were used from the growing phase. At the end of the finishing phase, 4 animals per pens were designated for carcass trait evaluation. Statistical analyses were performed using SAS software, with a 2x2 factorial arrangement. The means were compared by the F test and the differences were considered from the  $P < 0.05$  and trends were discussed when  $0.05 \leq P \leq 0.10$ . In the growing phase, there was the effect of treatment on average daily gain (ADG) ( $P = 0.036$ ). The animals fed protected fat showed a tendency of additional gain of 0.068 kg ( $P = 0.078$ ) in the dry season. There was effect of treatment ( $P < 0.05$ ) on final body weight, hot carcass weight, average daily gain, average daily carcass gain, dressing and there was tendency to fat thickness ( $P = 0.069$ ). Animals fed protected fat showed a greatest means. In the finishing phase, there was no effect of treatment ( $P > 0.05$ ) on dry matter intake (DMI). The animals of the FAT treatment during the growing phase showed a trend for greater final BW ( $P = 0.067$ ). There was significant interaction for growing and finishing phase for feed efficiency. Animals fed CON-FAT were more efficient ( $P = 0.087$ ). The animals fed protected fat during the growing phase showed a trend for greater hot carcass weight ( $P = 0.061$ ). On the other hand, the animals that received protected fat at the finishing phase ( $P = 0.021$ ) had better carcass efficiency. The use of protected fat did not affect the meat quality of Nellore cattle. The use of protected fat increases the average daily gain of the animals during the growing phase, and reflected the effects on the finishing phase, providing heavier carcasses. The protected fat supplementation during the finishing phase increases the feed efficiency of Nellore cattle.

**Keywords:** feedlot, feed efficiency, protected fat, growing phase, supplementation

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características climáticas registradas durante a fase da recria de animais Nelore suplementados, ou não, com gordura protegida .....	17
Tabela 2. Perfil de ácidos graxos da gordura protegida .....	20
Tabela 3. Composição dos suplementos proteico-energéticos fornecidos na recria de animais Nelore suplementados, ou não, com gordura protegida .....	21
Tabela 4. Composição centesimal e química das dietas experimentais durante a terminação de animais Nelore, com ou sem gordura protegida .....	22
Tabela 5. Características quantitativas e qualitativas do dossel forrageiro durante a recria de animais Nelore suplementados, ou não, com gordura protegida .....	25
Tabela 6. Consumo de forragem e consumo de suplemento estimados, de novilhos Nelore recriados em pastagem <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu suplementados, ou não, com gordura protegida .....	33
Tabela 7. Parâmetros sanguíneos de novilhos Nelore recriados em pastagem <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu suplementados, ou não, com gordura protegida ...	36
Tabela 8. Características de carcaça de novilhos Nelore recriados em pastagem <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu suplementados, ou não, com gordura protegida ...	37
Tabela 9. Rendimentos dos cortes primários (% da carcaça), medidas biométricas e índice de compactidade da carcaça (ICC) de novilhos Nelore recriados em pastagem <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu suplementados, ou não, com gordura protegida ...	38

Tabela 10. Proporção de órgãos metabólicos (g/kg) em relação ao peso corporal de novilhos Nelore recriados em pastagem <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu suplementados, ou não, com gordura protegida .....	39
Tabela 11. Desempenho de tourinhos Nelore suplementados, ou não, com gordura protegida durante a recria e terminação .....	40
Tabela 12. Parâmetros sanguíneos avaliados nos dias 0, 28 e 100 de confinamento de tourinhos Nelore suplementados, ou não, com gordura protegida durante a recria e terminação .....	41
Tabela 13. Peso, rendimento e ganhos em carcaça de tourinhos Nelore suplementados, ou não, com gordura protegida durante a recria e terminação .....	43
Tabela 14. Rendimento de cortes primários (% da carcaça), medidas biométricas e índice de compacidade da carcaça (ICC) de tourinhos Nelore suplementados, ou não, com gordura protegida durante a recria e terminação .....	44
Tabela 15. Proporção de órgãos metabólicos (g/kg) em relação ao PC de tourinhos Nelore suplementados, ou não, com gordura protegida durante a recria e terminação .....	45
Tabela 16 Composição química da carcaça realizada por FoodScan™, utilizando a seção HH de tourinhos Nelore suplementados ou não com gordura protegida durante a recria e terminação .....	46
Tabela 17. Composição química do músculo longissimus de tourinhos Nelore suplementados ou não com gordura protegida durante a recria e terminação .....	46



Tabela 18. Coloração do músculo longissimus e da gordura subcutânea de tourinhos Nelore suplementados, ou não, com gordura protegida durante a recria e terminação .....48

Tabela 19. Perda por cocção, força de cisalhamento e capacidade de retenção de água do músculo longissimus de tourinhos Nelore suplementados, ou não, com gordura protegida durante a recria e terminação .....49

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Curva de crescimento: a) Concepção; b) Nascimento; c) Fase de aceleração; d) Puberdade; e) Fase de desaceleração e f) Maturidade. Adaptado de Owens et al. (1993) .....4
- Figura 2. Curva de deposição dos tecidos após o nascimento. Adaptado de Owens et al. (1993) .....5
- Figura 3. Linha do tempo do esquema experimental dos tratamentos durante a recria e terminação de bovinos Nelore suplementados, ou não, com gordura protegida....19
- Figura 4. Ganho médio diário (kg) (Gráfico A) e Ganho/área (kg/ha) (Gráfico B) de novilhos Nelore recriados em pastagem *Urochloa brizantha* cv. Marandu suplementados, ou não, com gordura protegida, em função das épocas de avaliação. Gráfico A: Primavera ( $P = 0,078$ ); Verão ( $P = 0,244$ ); Outono ( $P = 0,308$ ); Total da recria ( $P = 0,035$ ). Gráfico (B): Primavera ( $P = 0,091$ ); Verão ( $P = 0,119$ ); Outono ( $P=0,891$ ). Primavera: 06/09/2016 a 30/11/2016; Verão: 31/11/2016; Outono: 24/02/2017 a 19/05/2017.....35
- Figura 5. Parâmetros sanguíneos avaliados nos dias 0, 28 e 100 de confinamento de tourinhos Nelore durante a recria em pasto de *Urochloa brizantha* cv. Marandu suplementados, ou não, com gordura protegida durante a recria e terminação. Gráfico (A): Interação RExD; Gráfico (B), (C) e (D): Interações TExD .....42

## 1. INTRODUÇÃO

A população mundial até 2050, será de aproximadamente 9,8 bilhões de pessoas (ONU, 2018). Concomitante a isso, a projeção sobre a produção global de carnes é de um aumento de 19% até 2030, sendo suprida 77% desta demanda adicional por países em desenvolvimento como o Brasil (FAO, 2018). Diante disso, a pecuária brasileira tem o desafio de intensificar seu sistema de produção a fim de atender essa crescente demanda, utilizando tecnologias em todos os sistemas de produção para melhorias na produtividade e rentabilidade.

A bovinocultura no Brasil apresenta aproximadamente 215 milhões de cabeças, sendo a maior parte do rebanho criado sob pastejo em uma área estimada de 162 milhões de hectares (ABIEC, 2019). No entanto, a produção da pecuária brasileira ainda está abaixo do seu potencial. Buscando-se então elevar os índices de eficiência do sistema de produção, a utilização de estratégias que maximizem o desempenho dos animais em qualquer fase e otimizem a utilização das pastagens torna-se cada vez mais necessária. Assim, é essencial o conhecimento da complexidade dos fatores que envolvem o sistema em que os animais estão inseridos (animal, clima, ambiente, suplementos, entre outros) (Roth et al., 2017; Sampaio et al., 2017).

A fim de se alcançar uma produção animal contínua e favorável, faz-se necessário a utilização de recursos para suprimir a descontinuidade ou a variabilidade no suprimento de recursos basais (Detmann et al., 2014). Dessa forma, a suplementação de bovinos em pastejo se torna alternativa viável, complementando o déficit de nutrientes que os pastos apresentam em algumas fases do ano (Moretti et al., 2013; Roth et al., 2013; Poppi et al., 2018).

A recria, definida como a fase entre a desmama (7 a 8 meses de idade) até o ponto em que o animal entra na terminação, é considerada um período de ganho eficiente em relação às demais fases, pois os animais apresentam menor exigência de manutenção e maior deposição muscular (BR-CORTE, 2016). Porém, seu tempo de duração pode chegar a 24 meses devido às variações nos ganhos ao longo do ano, resultando em idade de abate elevada, impactando na qualidade da carne produzida,

pois ainda é uma fase muito negligenciada pelos produtores. Neste contexto, buscase um sistema de produção eficiente onde se atenda as exigências nutricionais dos animais na recria em até 12 meses, iniciando a fase de terminação com animais mais pesados e conseqüentemente abatendo animais jovens (até 24 meses) e com carne de qualidade, através do uso de tecnologias (Roth et al., 2013; Barbero et al., 2017; Sampaio et al., 2017).

A gordura protegida é constituída por ácidos graxos de cadeia longa, fornecidos na forma de sais de cálcio, com o objetivo de adensar a dieta energeticamente sem prejudicar o funcionamento do rúmen. Os sais de cálcio de ácidos graxos (ou sabões) são obtidos pela reação de íons de cálcio com ácidos graxos de cadeia longa (insaturados e saturados). Após passagem deste complexo pelo rúmen com parcial dissociação (aproximadamente 10%), sua dissociação completa ocorre somente sob condições ácidas como é no abomaso, tornando-os disponíveis para digestão e absorção intestinal (Palmquist e Mattos, 2011). Durante a recria, o uso da gordura protegida ainda é pouco explorado bem como o seu impacto durante a terminação. Essa estratégia tem sido mais comumente utilizada na terminação para adensar a dieta e atender à exigência nutricional do animal, que é maior em virtude da deposição de tecido adiposo (Berg e Butterfield, 1968). O aumento da densidade energética da dieta permite maior disponibilidade de energia líquida (Rezende et al., 2011), podendo ser revertida para a produção de tecido muscular e adiposo. Assim, os animais podem melhorar a eficiência alimentar mantendo ou aumentando o ganho em peso diário, mesmo com uma menor ingestão de matéria seca.

## **2. OBJETIVO**

Objetivou-se com o presente trabalho, definir qual a melhor estratégia para o uso da gordura protegida durante a recria, terminação ou em ambas as fases.

### 3. HIPÓTESE

Uma vez que a gordura protegida fornece maior aporte energético aos animais, ela melhora o desempenho. A utilização da gordura protegida na fase da recria proporciona benefícios no desempenho que se manterão na terminação.

### 4. REVISÃO DE LITERATURA

#### 4.1. *Recria e crescimento de bovinos*

A recria pode ser definida como a fase entre a desmama (7 a 8 meses de idade) até o momento em que o animal atinge a puberdade (com aproximadamente 350 kg de peso corporal). É considerada como o período eficiente de ganho em peso, uma vez que o animal tem menor exigência de manutenção quando comparada com a terminação (BR-CORTE, 2016), alto potencial de crescimento muscular com baixa deposição de gordura (Medeiros et al., 2010), e boa conversão alimentar (Fernandes et al., 2004). Devido à maior deposição de tecido muscular na recria, ocorre junto o carregamento de água, promovendo maior aumento em unidade de massa em relação ao tecido adiposo (Owens et al., 1995). Para uma mesma quantidade de energia disponível (10 Mcal), ocorre deposição de 4 vezes mais tecido muscular (2,8 g) do que de tecido adiposo (0,7 g) (Lanna, 1997).

Ao observarmos a curva de crescimento e a composição corporal dos animais, podemos compreender melhor a importância da nutrição adequada nessa fase, bem como a importância da mesma para o sucesso do sistema de produção. A curva de crescimento apresenta um comportamento sigmoide em que, após o nascimento do animal, tem-se um crescimento acelerado até atingir o ponto de inflexão da curva, na qual a taxa de crescimento é máxima (Figura 1; Owens et al., 1993). Esse ponto corresponde à puberdade do animal, sendo na maioria das raças bovinas entre 12 e

18 meses (Luchiari Filho, 2000). Após a puberdade, ocorre diminuição no crescimento e alterações na deposição dos tecidos da carcaça (aumento crescente na taxa de deposição de gordura) e na eficiência alimentar. Por último, na maturidade, a curva atinge o platô, tendo o crescimento muito lento ou praticamente inexistente de tecido muscular e ósseo, e aumento na deposição de gordura (Owens et al., 1995).

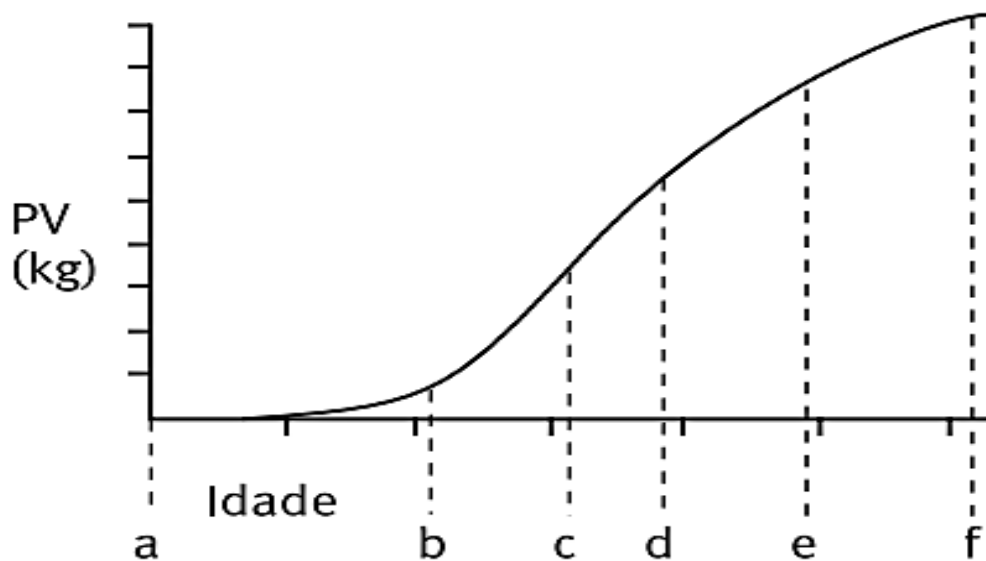


Figura 1. Curva de crescimento: a) Concepção; b) Nascimento; c) Fase de aceleração; d) Puberdade; e) Fase de desaceleração e f) Maturidade. Adaptado de Owens et al. (1993).

O crescimento dos tecidos ósseos, muscular e adiposo ocorre em uma sequência definida e em velocidades de crescimento diferentes. O primeiro tecido a se desenvolver é o neural, seguido pelo ósseo, muscular e adiposo (Figura 2; Owens et al., 1993). Através da curva de crescimento dos tecidos pode-se observar que até a puberdade ocorre maior deposição de tecido muscular e ósseo, e que os mesmos diminuem proporcionalmente a sua taxa de deposição após a puberdade. Em contrapartida, o tecido adiposo é o último a ser depositado, apresentando maior deposição a partir da puberdade (Figura 2; Owens et al., 1993).

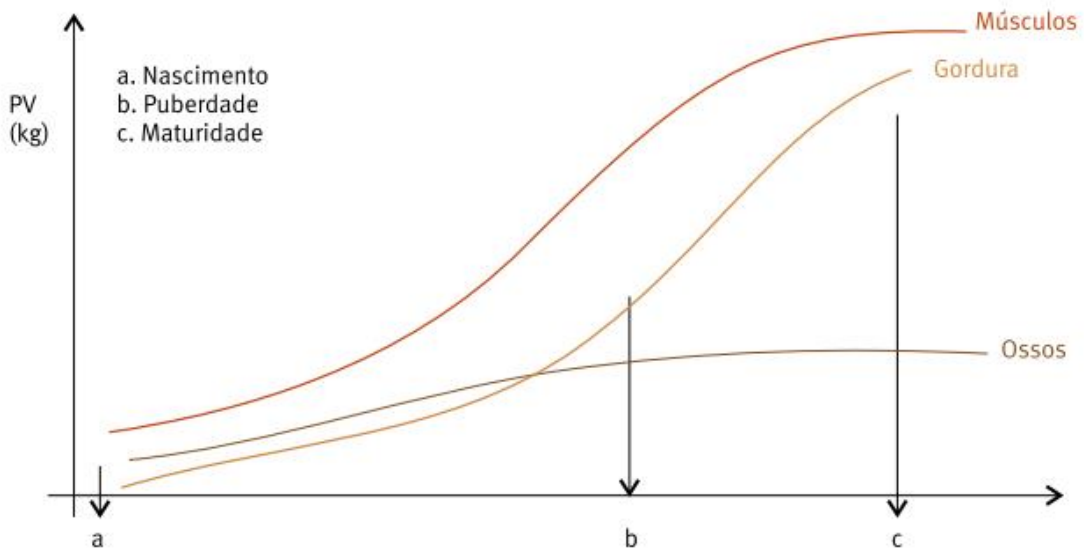


Figura 2. Curva de deposição dos tecidos após o nascimento. Adaptado de Owens et al. (1993).

Essas mudanças na deposição dos tecidos no corpo do animal, ao longo do tempo, implicam em diferenças na composição química do corpo em cada fase da curva. Dessa maneira, para cada tecido depositado, tem-se uma demanda maior ou menor de um nutriente específico, afetando diretamente a exigência para ganho dos animais (NRC, 1996). Portanto, um dos grandes desafios dentro do sistema de produção a pasto, para maximizar a deposição de carcaça, é suprir adequadamente as exigências do animal ao longo das diferentes fases de crescimento, uma vez que a fase de recria coincide com a fase de maior deposição de tecido muscular e o pasto apresenta limitações nutricionais em determinadas épocas do ano devido a sazonalidade.

#### 4.2. Suplementação na recria

Em um sistema de produção de bovinos baseado em pasto, busca-se maximizar o desempenho animal, bem como aumentar seu ganho por área, utilizando eficientemente o recurso basal forrageiro. Porém, nas condições de Brasil, a recria a pasto ainda apresenta baixa produtividade. Buscando melhorar esse cenário, a produtividade e o nível de desempenho podem ser incrementados com a adoção de tecnologias como suplementação e manejo do pasto, uso de aditivos, melhoria genética do rebanho, entre outros (Medeiros et al., 2010).

Um dos principais entraves do sistema a pasto é a sazonalidade da produção forrageira, que resulta em grandes variações na oferta de forragem (quantitativa e qualitativa), fazendo com que os animais ganhem peso durante o período de maior oferta de forragem de qualidade (águas) e não ganhem ou, até mesmo, percam peso durante o período de escassez de forragem (seca).

Neste contexto, a suplementação tem sido uma das principais estratégias utilizadas para intensificar os sistemas de produção, sendo fundamental para a competitividade e sustentabilidade do setor pecuário (Paula et al., 2011). De acordo com Porto et al. (2009), o uso dessa tecnologia torna-se indispensável quando se almeja manter a curva de crescimento de bovinos alimentados basicamente com forragens tropicais, até mesmo na época das águas. Dessa maneira, é possível realizar o ajuste nutricional entre a curva sazonal de oferta de pastagem com a curva crescente da demanda por nutrientes, garantindo o aporte de nutrientes exigidos pelos animais, maximizando o sistema de produção.

A suplementação de gordura em sistemas a pasto pode aumentar a densidade energética da dieta e desempenho de ruminantes (Hess et al., 2008; Santana et al., 2015). A maioria dos alimentos utilizados nos sistemas de produção de ruminantes possui baixas proporções de lipídios, variando de 1% a 4% MS (Van Soest, 1994). Já é conhecido que o uso de suplementos ricos em lipídios para aumentar a densidade de energia da dieta leva a um desempenho satisfatório de bovinos na terminação (Fiorentini et al., 2012). No entanto, fontes de ácidos graxos livres (AGL) podem afetar a cinética ruminal, resultando em efeitos negativos para produção animal quando a inclusão for acima de 7% da MS ingerida. Esses efeitos são: quimicamente, os AGI são tóxicos para as bactérias celulolíticas; e fisicamente, ocorre recobrimento das partículas de alimento pela gordura, dificultando a adesão das bactérias celulolíticas.



Para reduzir os efeitos tóxicos dos AGI os microrganismos ruminais realizam a biohidrogenação, saturando-os, adicionando hidrogênio nas duplas ligações.

Fontes de gordura protegidas, como sais de cálcio de ácidos graxos, podem não afetar ou ser pouco afetadas por microorganismos no rúmen e escaparem do processo de biohidrogenação. Isso representa uma grande vantagem, evitando efeitos deletérios no ambiente ruminal, passando para o intestino inalterado e sendo absorvido pelo animal hospedeiro. Existem poucos estudos sobre os efeitos da eficiência da dieta e subsequente desempenho de bovinos suplementados com ácidosgraxos protegidos na fase da recria a pasto, bem como seu efeito na terminação.

Adicionalmente, sabe-se que ácidos graxos podem regular a expressão gênica através da indução ou inibição de genes que codificam enzimas específicas ou fatores de transcrição envolvidos no metabolismo lipídico (Jump, 2002). Segundo Choi et al. (2013a), ácidos graxos saturados (AGS) promovem a expressão de determinadas enzimas que afetam a eficiência de crescimento em bovinos. Ácidos graxos insaturados como o ácido oleico, são potentes estimuladores da síntese de lipídios a partir de glicose no tecido adiposo intramuscular e, ácido oleico e  $\alpha$ -linolênico, ambos podem estimular a lipogênese a partir do acetato (Choi et al., 2014). Portanto, o fornecimento de uma composição de ácidos graxos saturados e insaturados protegidos ruminalmente, desde a recria, pode resultar em alterações biológicas ao longo do crescimento e na terminação do animal, quando comparada ao fornecimento de gorduras protegidas com perfil de ácidos graxos somente saturado ou insaturado e apenas na fase de terminação.

#### **4.3. *Influência da recria na terminação***

Para uma pecuária de ciclo curto, a recria é de extrema importância para o sucesso da atividade. No início da fase de crescimento, que acontece na estação seca, o animal tem alta demanda nutricional para crescimento (Batt, 1980) e em adaptação à desmama, entretanto o valor nutricional da planta encontra-se reduzido (Detmann et al., 2010). Deste modo, para corrigir os nutrientes limitantes do pasto e

garantir que o crescimento animal seja contínuo, é necessário traçar um plano nutricional durante toda a fase de crescimento e também de vida do animal.

Diversas pesquisas (Choat et al., 2003; McCurdy et al., 2010; Reis et al., 2010; Moretti, 2015; Roth et al., 2017; Sampaio et al., 2017) observaram que os benefícios da suplementação na recria podem ser estendidos ao período de terminação, uma vez que animais suplementados durante a fase de crescimento apresentam maior ganho em peso, com maior rendimento e melhor acabamento de carcaça quando comparados a animais suplementados apenas com sal mineral e terminados em confinamento. Segundo Williams (1981), animais em crescimento contínuo, quando expostos em uma fase seguinte a uma dieta mais nutritiva, podem apresentar crescimento mais eficiente, uma vez que o desenvolvimento visceral não sofreu restrição e, nesse caso, estariam aptos ao aumento do consumo de nutrientes, convertendo esse adicional em deposição real de carcaça e não em crescimento de órgãos e vísceras. Portanto, os planos nutricionais durante a fase da recria se tornam fatores importantes a serem considerados na fase de terminação, uma vez que é decisivo e interfere no desempenho potencial e no tempo de terminação (Coleman et al., 1993; McCurdy et al., 2010, Roth et al., 2013 ).

Considerando o ganho em peso do animal, a taxa de ganho médio diário está relacionada ao status metabólico e diretamente associada a quantidade de nutrientes consumida (Ferrel, 1988). Durante a recria podem ocorrer variações no status nutricional do animal, alterando o tamanho de órgãos ligados a digestão, absorção e metabolização, os quais chegam a representar até 50% da exigência de manutenção do animal, influenciando, assim a exigência nutricional para manutenção e conseqüentemente o ganho de peso do animal (Johnson et al., 1990).

Fiorentini et al. (2012) e Andrade (2010) avaliaram o uso de suplementação a 0,5% e 0,3% respectivamente, com adição de lipídios protegidos (ácidos graxos insaturados e saturados), durante a recria, e não observaram efeito significativo no consumo, desempenho e características de carcaça na terminação. Trabalhos avaliando a suplementação lipídica durante a recria e seus efeitos na terminação ainda são escassos, principalmente o uso de ácidos graxos saturados e insaturados protegidos, onde a proporção de cada ácido graxo é finamente ajustada.

Nesse contexto, se faz necessário mais pesquisas com o objetivo de detectar as interferências da utilização de gordura protegida durante a recria e se os benefícios são mantidos na fase subsequente; bem como, elucidar os mecanismos envolvidos pela ação dos ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) no metabolismo animal na recria e na terminação.

#### **4.4. Confinamento**

Na curva de crescimento animal, a fase da terminação é o momento em que o animal se aproxima da puberdade e passa a ter aumento na deposição de tecido adiposo e diminuição da deposição de tecido muscular (Owens et al., 1993). Em virtude disso, ocorre o aumento da exigência de energia para ganho (BR-CORTE, 2016), visto que a deposição de tecido adiposo é menos eficiente por unidade de massa que o tecido muscular (Lanna, 1997).

Concomitante a essa demanda de maior ingestão de energia (Berg e Butterfield, 1968), tem-se diminuição do consumo alimentar (em percentagem do peso corporal) à medida que o peso aumenta. Aliado a isso, tem-se o efeito hormonal da leptina sobre o consumo do animal, onde, a sua secreção está correlacionada com o tecido adiposo corporal e a sua produção atua reduzindo o consumo e aumentando o gasto energético do animal (Zieba et al., 2005).

O confinamento se torna uma alternativa para a terminação dos animais, encurtando o ciclo produtivo, liberando áreas de pastagens para a entrada de categoria animal mais leve e produzindo carcaças mais pesadas e de melhor qualidade (Cervieri et al., 2009). No confinamento é possível o fornecimento de dietas mais concentradas em nutrientes, principalmente em energia, e assim atender as exigências nutricionais dos animais para manutenção e ganho em peso durante essa fase. No Brasil, essa prática tem crescido nos últimos anos. Em 2010, o número de animais confinados era de 3,05 milhões, já em 2018 o número de animais confinados foi de 5,58 milhões, representando 12,6% do abate total (ABIEC, 2019).

Com o fator da redução no consumo alimentar nessa fase, o uso de aditivos melhoradores de desempenho e o adensamento das dietas são alternativas para a

manutenção da produtividade em sistemas de confinamento, assim como na padronização e melhoria de qualidade das carcaças produzidas. O aumento da densidade energética da dieta permite maior disponibilidade de energia líquida, podendo ser revertida para a produção de tecido muscular e adiposo (Rezende et al., 2011), melhorando a deposição de carcaça e a qualidade desta. Assim, os animais podem melhorar a eficiência alimentar, mantendo ou aumentando o ganho em peso diário, mesmo com uma menor taxa de ingestão de matéria seca. Uma das possibilidades é o adensamento energético da dieta através da inclusão de óleos (Valinote et al., 2005). Contudo é necessário que seja na forma de óleos vegetais protegidos através da adição de sais de cálcio, evitando os efeitos deletérios quando fornecidos *in natura* (Palmquist e Mattos, 2011). Vasconcelos e Galyean (2007) relataram que 71% dos nutricionistas recomendam a adição de gordura nas dietas de confinamento nos EUA. No Brasil, Pinto e Millen (2016) reportaram que aproximadamente 10,3% dos nutricionistas de confinamentos recomendam o uso de gordura protegida para o adensamento energético das dietas de terminação. Nos confinamentos brasileiros, o teor máximo de extrato etéreo (EE) nas dietas é de 6,6% (Pinto e Millen, 2016), já em confinamentos americanos esse teor é de 7,6% (Vasconcelos e Galyean, 2007). De acordo com Fiorentini et al. (2013), a fonte lipídica é muito importante, pois ela pode alterar a digestibilidade e o desempenho animal.

É de atual conhecimento que a composição de ácidos graxos da dieta regula o metabolismo e a funcionalidade das células. Segundo Pacheco et al. (2016), o avanço das técnicas de culturas celulares e de expressão gênica abriram novos horizontes para a exploração do potencial de ácidos graxos específicos sobre os tecidos musculares e adiposos, em especial por suas ações sobre as células satélites ou pela possível diferenciação e proliferação dos adipócitos. Muitos dos genes que controlam a diferenciação dos adipócitos em bovinos são regulados por ácidos graxos circulantes no plasma. Assim, uma vez que na terminação ocorre maior deposição de tecido adiposo, a utilização de ácidos graxos na dieta se torna interessante, buscando-se obter melhor qualidade de carne e carcaça promovido pelo aumento na deposição de gordura intramuscular e subcutânea.

#### **4.5. *Metabolismo e uso de gordura***

#### **4.5.1. Metabolismo de gordura nos ruminantes**

Gorduras ou lipídios são compostos orgânicos insolúveis em água, porém solúveis em solventes orgânicos e que desempenham importantes funções bioquímicas e fisiológicas nos tecidos animais e vegetais (Church e Pond, 1977). Suas funções consistem na formação de depósito de reserva energética e mobilidade desta energia para manutenção e produção; fonte de ácidos graxos essenciais e atuar como carreadoras de vitaminas lipossolúveis (Church e Pond, 1988). As gorduras são mais energéticas que carboidratos e proteínas por conter aproximadamente 2,25 vezes mais energia por unidade de peso em relação a estes nutrientes (Davis, 1993).

Os constituintes das gorduras são ácidos graxos, glicerol, mono-di e triglicerídeos e fosfolipídios (Church e Pond, 1988). A composição de lipídios presentes nas plantas forrageiras é representado principalmente por lipídios simples: galactolipídios, fosfolipídios e pigmentos (teores de 0,5 a 3% da MS); a gordura animal e a gordura presente nos grãos de cereais (teores de 2,1 a 7,1% da MS) ou oleaginosas (20 a 40% da MS) são basicamente triglicerídeos (99%; Kozloski, 2011).

Em animais ruminantes, o primeiro processo quando a gordura da dieta chega ao rúmen, é a ação de enzimas associadas a membrana celular bacteriana (lipases, galactosidases e fosfolipases). Os triglicerídeos e galactolipídios são hidrolisados, liberando glicerol e galactose, os quais são metabolizados a ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), e ácidos graxos saturados e insaturados (Kozloski, 2011). O glicerol é rapidamente fermentado produzindo ácido propiônico, sendo absorvido pela parede do rúmen e atingindo a corrente sanguínea (Jenkis, 1993). Grande parte dos ácidos graxos insaturados é convertida a ácidos graxos saturados pelo processo de biohidrogenação realizado pelas bactérias ruminais (Kozloski, 2011).

No intestino, o jejuno é o principal local de absorção de ácidos graxos de cadeia longa, podendo ocorrer também no duodeno e íleo. Os ácidos graxos que chegam ao intestino delgado interagem com os sais biliares e suco pancreático, formando micelas. Além de ácidos graxos, também chegam ao intestino delgado vitaminas

lipossolúveis, pigmentos, fosfolipídios e os lipídios microbianos sintetizados a partir de carboidratos no rúmen. As micelas formadas são absorvidas para dentro das células intestinais, reesterificadas e transportadas via quilomícrons ou lipoproteínas de baixíssima densidade (VLDL) pelo sistema linfático, juntamente com todos os demais lipídios que chegam ao intestino delgado (Bauchart, 1993). A única exceção são os pigmentos excretados nas fezes juntamente com lipídios microbianos sintetizados no intestino grosso (Kozloski, 2011).

Os ácidos graxos, com até 14 átomos de carbono, podem ser absorvidos diretamente sem necessitar da formação de quilomícrons, e transportados para o fígado, onde são oxidados (Kennelly et al., 2000). Os quilomícrons são transportados pelo sistema linfático para o fígado e tecidos periféricos, onde os triglicerídeos são hidrolisados pela lipoproteína lipase e liberados (Christie et al., 1986). Desta maneira, buscando-se reduzir distúrbios metabólicos, o fornecimento de gordura protegida da biohidrogenação ruminal (Aferri et al., 2005) seria uma alternativa viável, uma vez que não influencia no processo digestivo ruminal, sendo absorvida no intestino delgado.

#### **4.5.2. Gordura protegida**

A dieta de ruminantes alimentados com forrageiras apresenta baixo teor de lipídios, variando de 0,5% a 3% da MS, assim, para a obtenção de níveis mais altos se faz necessário o aumento do concentrado na dieta, processamento de grãos e uso de suplementação com lipídios (Nelson et al., 2004). Todavia, a fermentação ruminal é inibida com teores de lipídios (não protegidos) superiores a 7% da matéria seca da dieta (Jenkins et al., 2008).

Em dietas de confinamento, uma pesquisa realizada por Oliveira e Millen (2014) reportou que o teor de EE das dietas de confinamento no Brasil era de 4,6%, e passou para uma média de 5% de EE, segundo Pinto e Millen (2016). Esses resultados indicam que ocorreu aumento na densidade energética das dietas de terminação nos últimos anos. A suplementação com lipídios tem como vantagem o aumento da densidade energética sem aumentar a quantidade de concentrado, reduzindo assim

o teor de carboidratos fermentecíveis no rúmen e, conseqüentemente, reduzindo os riscos de distúrbios metabólicos.

A inclusão de lipídios, como estratégia de suplementação energética em ruminantes, é vista como possibilidade de se aumentar o valor energético da dieta e contribuir positivamente em algumas funções orgânicas (Bassi et al., 2012). Entretanto, em meio aos benefícios que podem ser alcançados com a inclusão de ácidos graxos e o aumento energético da dieta, existem também malefícios como os efeitos tóxicos sobre os microrganismos do rúmen que podem prejudicar a fermentação ruminal (Palmquist et al., 2005), reduções na digestibilidade da fibra (Manso et al., 2009) e no consumo de nutrientes (Silva et al., 2007). Comparando dietas controle sem adição de óleos vegetais com dietas com inclusão dos óleos de palma, de linhaça e de soja grão integral, Fiorentini et al. (2014) observaram diminuição no consumo de matéria seca dos animais em confinamento que receberam a suplementação com óleos vegetais. Isso possivelmente devido à digestibilidade reduzida, principalmente da fração fibrosa (Wanapat et al., 2011).

Os lipídios desempenham papel de grande influência para os ruminantes com relação ao equilíbrio ruminal, principalmente ao afetá-lo de forma negativa, suprimindo as atividades de bactérias celulolíticas, metanogênicas e de protozoários (Ezequiel, 2001). O pH do rúmen está diretamente relacionado com os produtos finais da fermentação e com a taxa de crescimento dos microrganismos ruminais (Aferri et al., 2005). A adição em alta quantidade de gordura na dieta pode acarretar problemas na absorção de nutrientes, em virtude da redução no pH ruminal, proporcionado pela elevada concentração de ácidos graxos e, conseqüentemente, alteração na microbiota ruminal. Outro efeito deletério é a toxicidade dos ácidos graxos de cadeia longa sobre as bactérias celulolíticas, uma vez que eles se incorporam à membrana bacteriana e mudam sua fluidez e permeabilidade, refletindo negativamente na digestibilidade da forragem (Kozloski, 2011).

Em geral, os efeitos da adição de lipídios sobre a fermentação ruminal dependem da quantidade e da fonte dos mesmos. Os lipídios insaturados e os ácidos graxos de cadeia curta apresentam mais efeitos negativos do que os saturados e os ácidos graxos de cadeia longa, enquanto os sabões de cálcio (um tipo de gordura

protegida) apresentam mínimos efeitos sobre a fermentação ruminal (Valadares Filho, 2000).

De acordo com trabalhos de Gagliostro e Chilliard (1992) e Gagliostro (1997), existem diferentes técnicas industriais de proteção dos lipídios para reduzir os efeitos deletérios sobre a fermentação ruminal. Uma delas é o fornecimento de ácidos graxos de cadeia longa sob a forma de sais de cálcios (ou sabões), inertes à flora ruminal. Essa técnica corresponde a uma proteção de insolubilidade no rúmen, porém, deve-se agir com precaução, pois essa proteção dos ácidos graxos é de aproximadamente 77% (Klusmeyer e Clark, 1991), variando de acordo com o perfil de ácidos graxos (Sukhija e Palmquist, 1990). Utiliza-se a capacidade dos ácidos graxos para combinar-se com cátions bivalentes como o cálcio, os quais formam sais insolúveis em pH ruminal (6,0 a 6,5). Quando em condições de maior acidez (pós-ruminal, principalmente abomaso), os ácidos graxos liberam este cálcio e se tornam disponíveis para digestão e absorção intestinal, o que aumenta a densidade energética da dieta sem afetar a utilização da forragem no rúmen. Portanto, com a proteção, os ácidos graxos insaturados podem ser absorvidos e utilizados para deposição na carcaça, melhorando a qualidade da carcaça e o perfil lipídico da carne (Gressler e Souza, 2009).

Segundo Barducci et al. (2015), a utilização de gordura protegida, rica em ácidos graxos poli-insaturados comparada com tratamento sem adição de gordura protegida em dietas de confinamento para animais Nelore, melhora a eficiência alimentar, apresentando valor de 8,22%. Fiorentini et al. (2012) observaram aumento de 20,4% no ganho em peso diário e de 4,94% no peso corporal final, utilizando óleo de soja protegido por sais de cálcio em comparação com óleo de soja *in natura*. Também avaliando óleo de soja protegido, na recria a pasto de tourinhos cruzados (Aberdeen Angus × Nelore), Andrade (2010), utilizando lipídio protegido na suplementação durante a recria e posteriormente no confinamento, não observou efeito da suplementação com lipídio no consumo, ganho médio diário, rendimento de carcaça, perda por resfriamento, espessura de gordura subcutânea e marmoreio. Em relação a eficiência alimentar, quando utilizaram a gordura protegida, Putrino et al. (2006) observaram aumento de 13,3%, enquanto que Rosa et al. (2013) relataram aumento de 27,3%. Esta melhor eficiência dos animais alimentados com gordura



protegida, se deve ao maior teor de energia metabolizável dos lipídios em relação aos alimentos ricos em carboidratos e proteínas (Zinn e Shen, 1996).

Warner (2014), avaliando animais em confinamento recebendo ou não gordura protegida, não encontrou diferença significativa para peso corporal final e ganho médio diário, porém observou menor ingestão de matéria seca (10,1 vs. 8,77 kg/dia) e melhor eficiência alimentar (0,168 vs. 0,171 kg/kg) para animais que receberam gordura protegida. Em contrapartida, Ngidi et al. (1990) observaram redução na ingestão de matéria seca e no ganho de peso à medida que se aumentou o nível de gordura protegida na dieta, enquanto a eficiência alimentar tendeu a aumentar com a adição da gordura.

A suplementação da dieta de ruminantes com gordura tem sido pesquisada como um meio de influenciar vários processos biológicos que, modificados, podem resultar em alterações na composição da carcaça e composição dos ácidos graxos dos produtos (leite e carne) (Hess et al., 2008). Interações entre nutrientes da dieta e o nível de expressão dos genes envolvidos no metabolismo lipídico, podem representar inúmeras possibilidades no que diz respeito à deposição de ácidos graxos no tecido adiposo. Isto porque, determinados lipídeos na dieta agem estimulando ou inibindo genes que codificam enzimas lipogênicas específicas (Jump, 2002). Fontes ricas em AGPI têm a capacidade de modular a transcrição do gene que codifica a enzima estearoil CoA dessaturase (SCD1), a qual é importante na conversão do ácido vacênico em ácido linoleico conjugado (CLA), e que apresenta menor expressão gênica à medida que o teor de AGPI aumenta no tecido muscular (Waters et al., 2009; Herdmann et al., 2010). E ainda, proteínas ligantes aos elementos regulados por esteroides (SREBP-1c) (Xu et al., 2001) e o receptor ativado por peroxissoma  $\alpha$  (PPAR- $\alpha$ ), que atuam na síntese de ácidos graxos e na via da  $\beta$ -oxidação no músculo (Bionaz et al., 2012), podem ser modificados pela ação de AGPI.

O uso de ácidos graxos saturados protegidos em dietas para bovinos, como o ácido palmítico, poderia acarretar aumento da concentração dos mesmos nos tecidos (Pacheco et al., 2016). Porém, os tecidos muscular e adiposo ativam o alongamento do ácido palmítico para ácido esteárico, o qual é dessaturado pela enzima SCD-1, resultando em ácido oleico (St John et al., 1991). O aumento na concentração de ácido oleico na carcaça aumenta a palatabilidade e a qualidade da carne (Gilmore et al.,

2011). Porém, se utilizado diretamente na dieta, o ácido oleico age deprimindo a expressão adipogênica (Pacheco et al., 2016). Garret et al. (1976) relataram melhora na qualidade da carne quando foi utilizado óleos vegetais protegidos da degradação ruminal na dieta de bovinos em terminação. Barducci et al. (2016) observaram que, independentemente da fonte, a adição de lipídios protegidos na dieta de bovinos Nelore, em confinamento, promove melhoria na composição de ácidos graxos da carne, aumentando a quantidade de ácidos graxos insaturados sem alterar as características qualitativas da carne.

## **5. MATERIAL E MÉTODOS**

Esta pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso dos Animais (CEUA) da Universidade Estadual Paulista – Campus Jaboticabal (Protocolo nº 17.582/16), estando todos os procedimentos realizados de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal, adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação (COBEA).

### **5.1. *Local, período experimental, instalações e clima***

O experimento foi conduzido na unidade de pesquisa do Polo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Mogiana (PRDTA – Alta Mogiana), em Colina – SP (latitude de 20° 43' 05" S; longitude 48° 32' 38" W), órgão da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. O experimento foi dividido em recria e terminação onde, a adaptação ocorreu de 20/08/2016 a 05/09/2016 (15 dias); a recria de 06/09/2016 a 19/05/2017 (255 dias) e a terminação de 23/05/2017 a 11/09/2017 (média de 106 dias). Os animais foram abatidos por blocos de acordo com peso vivo (devido a logística do frigorífico e coleta de amostras), resultando nos diferentes tempos de terminação. Assim, o bloco 1 (média de 584 kg  $\pm$  3,36)

permaneceu 102 dias no confinamento; o bloco 2 (média de 519,4 kg  $\pm$  14,8), 108 dias no confinamento e o bloco 3 (média de 491 kg  $\pm$  10,76), 110 dias no confinamento.

Durante a recria, o experimento foi realizado em uma área de 27,6 hectares, dividida em 12 piquetes (6 piquetes com 2,4 ha e 6 piquetes com 2,2 ha cada). Os piquetes possuíam bebedouro tipo australiano e cochos para ração (30 cm/animal). O pasto é formado de *Urochloa brizantha* cv. *Marandu* e foi vedado no dia 15/05/2016 até 19/08/2016 (96 dias).

A recria foi dividida em estações do ano (primavera, verão e outono) e as características climáticas durante o período experimental podem ser observadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características climáticas registradas durante a fase da recria de animais Nelore suplementados, ou não, com gordura protegida.

Item	Diferimento	Primavera	Verão	Outono
<sup>1</sup> Precipitação, mm	128	241	335	307
Temperatura mínima, °C	11,3	16,8	19,6	17,2
Temperatura média, °C	19,8	24,4	25,7	23,8
Temperatura máxima, °C	28,2	32,0	31,7	30,4

<sup>1</sup>Dias de precipitação: Diferimento: 19 dias; Primavera: 29 dias; Verão: 49 dias; Outono: 31 dias. Diferimento: 15/05/2016 a 19/08/2016; Adaptação dos animais: 20/08/2016 a 05/09/2016; Primavera: 06/09/2016 a 30/11/2016; Verão: 31/11/2016 a 23/02/2017; Outono: 24/02/2017 a 19/05/2017.

Durante a terminação, os animais foram confinados em baias coletivas (6 × 20 m) com seis metros lineares de cocho. As baias possuíam bebedouros com capacidade de 1500 L, compartilhados por duas baias.

## **5.2. Animais e método de pastejo**

Foram utilizados 124 machos Nelores, recém-desmamados, não castrados, com aproximadamente 8 meses de idade e peso corporal (PC) de 190 kg ± 25,05. Destes, 4 animais foram abatidos para determinação do peso e composição inicial da carcaça dos animais remanescentes. Os demais 120 animais foram identificados com brincos na orelha e distribuídos nos tratamentos propostos durante toda a recria. O controle de endo e ectoparasitas foi realizado no início do experimento e sempre que necessário, utilizando abamectina 1% (Bio Abavet, BioVet, Vargem Grande Paulista, São Paulo, Brasil) na quantidade de 1 mL/50 kg de PC.

O método de pastejo utilizado foi o de lotação contínua com taxa de lotação variável (*put and take*; Mott e Lucas, 1952). Utilizaram-se animais de ajuste (mesma origem e manejo) com a finalidade de manter a mesma oferta de forragem entre os piquetes e não beneficiar nenhum dos tratamentos impostos.

## **5.3. Tratamentos e dietas**

Os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial 2 × 2 (Figura 3). O fator 1 foi implementado na recria, constituindo da inclusão com gordura protegida ou não; e o fator 2 foi implementado na terminação com inclusão ou não de gordura protegida.

Os tratamentos durante a fase da recria foram:

- 1) Controle (CONT): suplementação proteica-energética na quantidade de 3 g/kg de PC sem gordura protegida;
- 2) Gordura protegida (GORP): suplementação proteica-energética na quantidade de 3 g/kg de PC com 10% de inclusão de gordura protegida (composto de ácidos graxos saturados e insaturados; Tabela 2).

Ao final da recria, as unidades experimentais foram mantidas e distribuídas aleatoriamente em 2 tratamentos durante a terminação, CONT e GORP (inclusão de 3,9% da MS de gordura protegida), a qual foi realizada em confinamento de baias coletivas.

Os tratamentos durante a fase de terminação foram:

1. CONT (recria) – CONT (terminação);
2. CONT (recria) – GORP (terminação);
3. GORP (recria) – CONT (terminação);
4. GORP (recria) – GORP (terminação).

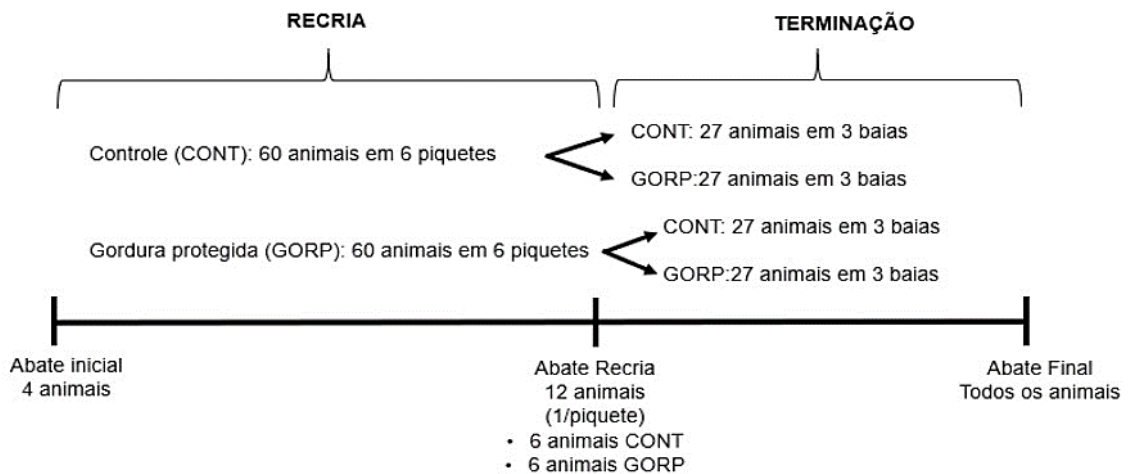


Figura 3. Linha do tempo e esquema experimental dos tratamentos durante a recria e terminação de bovinos Nelore suplementados, ou não, com gordura protegida.

A gordura protegida (Nutricorp, Araras, São Paulo, Brasil) utilizada era composta de óleos vegetais protegidos ruminalmente, que continha uma mistura de ácidos graxos saturados e insaturados onde, o ácido palmítico prevalecia em maior concentração (Tabela 2).

Tabela 2. Perfil de ácidos graxos da gordura protegida.

Ácidos Graxos		Perfil (%)
C 8:0	Caprílico	0,29
C 10:0	Cáprico	0,22
C 12:0	Láurico	2,04
C 14:0	Mirístico	1,18
C 15:0	Pentadecanóico	0,07
C 16:0	Palmitico	37,17
C 16:1	Palmitoleico	0,19
C 17:0	Margárico	0,14
C 17:1	Cis 10-heptadecenoico	0,08
C 18:0	Estearico	4,64
C18:1 trans	Elaídico	0,83
C 18:1	Oleico	36,21
C 18:2	Linoleico	14,80
C 18:3	Linolênico	0,86
C 20:0	Araquídico	0,36
C 20:1	Eicosenoico	0,21
C 22:0	Behênico	0,16
C 24:0	Lignocérico	0,54
Saturado		46,8
Insaturado		53,2
Monoinsaturado		37,5
Poli-insaturado		15,7

Na recria, o teor de proteína bruta (PB) dos suplementos variou nas diferentes estações do ano (Tabela 3), onde, na primavera o suplemento proteico-energético teve em média 300 g de PB/kg de suplemento, no verão 200 g de PB/kg de suplemento e no outono 250 g de PB/kg de suplemento. A inclusão da gordura protegida no suplemento foi de 10,9%, na base da matéria seca (MS), em substituição ao milho.

Tabela 3. Composição dos suplementos proteico-energéticos fornecidos na recria de animais Nelore suplementados, ou não, com gordura protegida.

Item <sup>1</sup> (% da MS)	Primavera		Verão		Outono	
	CONT	GORP	CONT	GORP	CONT	GORP
Milho moído	53,0	42,7	66,2	55,7	61,9	51,5
Farelo de soja	29,2	28,9	17,8	17,6	20,7	20,4
Optigen 1200	1,63	1,61	1,80	1,78	3,30	3,26
Ureia	3,09	3,05	0,93	0,92	0,93	0,92
Calcário calcítico	6,12	6,05	6,10	6,03	6,09	6,02
Sal comum	4,47	4,42	4,49	4,43	4,48	4,42
Premix	2,49	2,46	2,70	2,66	2,64	2,61
Gordura protegida	-	10,9	-	10,9	-	10,9
Composição química estimada (%)						
MS	90,0	91,2	89,8	91,0	90,0	91,0
PB	30,0	29,1	20,6	19,8	25,1	24,3
MM	16,5	16,5	16,5	16,5	17,9	17,9
EE	4,03	12,2	4,68	12,8	4,45	12,6
NDT	63,4	76,6	65,5	75,7	64,4	74,6
NNP	11,8	11,8	6,54	6,54	10,0	10,0
NNP, eq. PB	1,85	1,85	1,04	1,04	1,59	1,59

CONT: Controle; GORP: Gordura protegida; MS: Matéria seca; PB: Proteína bruta; MM: Matéria mineral; EE: Extrato etéreo; NDT: Nutrientes digestíveis totais; NNP: Nitrogênio não proteico; <sup>1</sup>Concentração de minerais iguais para os tratamentos em todas as estações: Cálcio: 2,50%; Potássio: 0,54%; Magnésio: 0,25%; Cloro: 2,38%; Enxofre: 0,30%; Fósforo: 0,60%; Sódio: 1,81%; Selênio: 1,81 mg/kg; Zinco: 350 mg/kg; Iodo: 6,99 mg/kg; Cobre: 94,6 mg/kg; Cobalto: 6,0 mg/kg; Manganês: 111 mg/kg na estação Primavera, 80,2 mg/kg na estação verão e 80,0 mg/kg na estação Outono; Vitamina A: 465 UI/kg na estação Primavera e Verão, 441 UI/kg na estação Outono; Vitamina E: 4,24 UI/kg na estação Primavera e Verão, 4,01 UI/kg na estação Outono; Virginiamicina: 130 mg/kg em ambos tratamentos e todas as estações.

No confinamento, a dieta foi formulada para atender as exigências nutricionais para um ganho estimando de 1,5 kg/dia, segundo o sistema *Cornell Net Carbohydrate and Protein System* – CNCPS (2000; Tabela 4).

Tabela 4. Composição centesimal e química das dietas experimentais durante a terminação de animais Nelore, com ou sem gordura protegida.

Ingredientes (% da MS)	Adaptação		Terminação 1		Terminação 2	
	CONT	GORP	CONT	GORP	CONT	GORP
Bagaço de cana	20,8	20,8	16,5	16,5	12,7	12,6
Milho moído	23,5	23,5	19,4	19,4	22,4	22,3
Polpa cítrica	22,5	20,4	26,7	24,1	31,4	27,8
Farelo de algodão	8,1	8,1	10,0	10,0	7,3	7,3
Farelo de soja	11,4	11,4	8,1	8,1	7,4	7,3
Gérmem de milho integral	10,3	10,3	15,7	15,7	15,1	15,0
Premix	3,3	3,3	3,6	3,6	3,8	3,8
Gordura protegida	-	2,2	-	2,7	-	3,9
Composição química estimada <sup>1</sup> (%)						
Matéria seca <sup>2</sup>	77	77	80	80	82	82
Proteína bruta	15,1	15,0	15,2	15,0	14,2	14,0
Extrato etéreo	2,6	4,3	3,1	5,1	3,2	6,0
Fibra em detergente neutro	33,9	33,4	32,5	31,9	29,4	28,5
EM, Mcal/kg	2,54	2,61	2,53	2,61	2,60	2,72

<sup>1</sup>EM: energia metabolizável. CONT: Controle; GORP: Gordura protegida. Foi fornecido inicialmente a dieta de adaptação por 14 dias, em seguida, fornecido a dieta terminação 1 por 14 dias e por fim, fornecido a dieta de terminação 2. <sup>2</sup>Buscando potencializar o consumo, o teor mínimo de umidade da dieta foi de 33%, caso fosse necessário, água era adicionada para alcançar esse teor mínimo de umidade.

### 5.3.1. Manejo alimentar

Durante a recria os animais foram suplementados diariamente às 10 horas (após o pico de pastejo). Foram ofertadas 3 g/kg de PC do suplemento referente a cada tratamento. Antes do fornecimento do suplemento, as sobras (quando houveram) foram recolhidas e pesadas, para determinação do consumo real de suplemento. Os animais foram pesados a cada 28 dias, após jejum alimentar e hídrico de 16 horas, para ajuste da oferta de suplemento. O suplemento foi fornecido com base na pesagem em jejum no início de cada do período.



No confinamento, foi fornecido inicialmente a dieta de adaptação por 14 dias, em seguida, a dieta de terminação 1 por 14 dias. Após isso, foi realizada a transição sendo fornecida pela manhã dieta de terminação 1 e à tarde dieta de terminação 2, por sete dias. A partir do 36º dia foi fornecido somente a dieta de terminação 2. Os animais receberam dieta *ad libitum*, ajustando as sobras em torno de 3% da quantidade fornecida. O arraçoamento foi feito duas vezes ao dia, em quantidades iguais, às 7:30 e 14:00 h, por meio de vagão de mistura total (Casale Rotomix Express, São Carlos, São Paulo, Brasil) com capacidade para 3,5 m<sup>3</sup>, dotado de balança para pesagem dos ingredientes.

#### **5.4. Amostragens e análises**

Durante a recria, amostras de pasto dos 12 piquetes foram coletadas a cada 28 dias, utilizando-se o método da dupla amostragem (Sollenberger e Cherney, 1995). Para determinação da massa do pasto, cada piquete teve sua altura medida em 50 pontos. Essas alturas foram planilhadas e o desvio padrão determinado por piquete. Foram calculadas as alturas altas (média + 2 desvios padrão), médias e baixas (médias – 2 desvios padrão), sendo amostrados três pontos em cada uma das alturas pré-determinadas e calculada uma equação de regressão relacionada à massa do pasto e a altura da forragem, buscando-se dessa forma uma melhor determinação da massa de forragem existente (Moretti et al., 2013).

As amostras foram levadas ao laboratório e pesadas para determinação da massa de forragem; das amostras foram geradas duas sub-amostras de planta inteira em cada uma das alturas de coleta, que foram picadas e, na sequência, secas parcialmente em estufa com circulação de ar a 55°C por 72 horas e novamente pesadas para cálculo da MS parcial. Das alturas médias, as amostras foram fragmentadas em folha verde, folha seca, colmo verde e colmo seco, caracterizando a composição morfológica da forragem. Na sequência, as diferentes frações foram pesadas, parcialmente secas em estufa com circulação de ar a 55°C por 72 horas e, novamente, pesadas para cálculo da MS parcial de cada componente.

Juntamente com as análises quantitativas foi realizado pastejo simulado (De Vries, 1995) para determinação do valor nutricional da forragem. Essas amostras, após serem secas parcialmente em estufas com circulação de ar a 55°C por 72 horas. Estas amostras foram moídas em peneira de clivo a 1 mm e foram utilizadas para determinação do teor de matéria seca (método 934.01), matéria mineral (método 942.05), proteína bruta (método 928.080), extrato etéreo (método 920.39) conforme metodologia descrita pela AOAC (2006). A fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina foram quantificadas segundo a metodologia de Van Soest et al. (1991). O nitrogênio ligado a FDN, nitrogênio ligado a FDA segundo (Licitra et al., 1996) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi determinada pelo método descrito por Van Soest e Robertson (1985). Não houve diferença significativa nas características quantitativas e qualitativas do dossel forrageiro entre os tratamentos (Tabela 5).

Tabela 5. Características quantitativas e qualitativas do dossel forrageiro durante a recria de animais Nelore suplementados, ou não, com gordura protegida.

Item	Primavera		Verão		Outono		EPM <sup>1</sup>	P-valor <sup>2</sup>		
	CONT	GORP	CONT	GORP	CONT	GORP		T	E	TxE
Características quantitativas										
Massa de forragem, kg MS/ha	6.499	5.961	4.128	4.408	5.272	5.169	486	0,496	<0,01	0,056
Folha Verde, %	9,4	12,1	41,1	38,5	34,6	33,1	1,76	0,753	<0,01	0,089
Colmo verde, %	19,0	18,4	20,3	20,6	33,8	31,9	1,63	0,494	<0,01	0,367
Folha seca, %	33,7	34,0	12,2	15,7	16,2	18,0	1,31	0,189	<0,01	0,466
Colmo seco, %	38,0	35,5	25,8	25,2	15,4	17,0	1,46	0,680	<0,01	0,380
Oferta de Folha verde, kg MS/kg PC	0,673	0,798	1,61	1,54	1,25	1,18	1,16	0,910	<0,01	0,228
Oferta de MS, kg MS/kg PC	7,67	7,05	3,83	4,08	3,67	3,60	0,65	0,677	<0,01	0,538
Taxa de lotação, UA/há	1,94	1,94	2,33	2,36	3,23	3,27	0,16	0,593	<0,01	0,923
Características qualitativas										
MS, g/kg na MN	583	551	300	284	271	272	18,66	0,381	<0,01	0,655
PB, g/kg MS	71,6	70,0	120,3	126,6	100,9	100,1	4,13	0,666	<0,01	0,618
FDN, g/kg MS	698	692	614	611	660	659	6,51	0,577	<0,01	0,899
FDA, g/kg MS	347	342	313	316	325	326	4,76	0,889	<0,01	0,714
LIG, g/kg MS	105	104	110	117	118	114	5,19	0,854	0,177	0,639
EE, g/kg MS	14,8	15,2	17,9	16,0	13,7	15,2	0,67	0,993	0,012	0,120
PIDN/PB, g/kg MS	369	382	307	305	331	325	16,3	0,910	<0,01	0,911
PIDA/PB, g/kg MS	111	130	119	128	111	106	8,36	0,141	0,072	0,317
MM, g/kg MS	73,1	74,5	84,0	83,9	75,0	75,6	1,36	0,351	<0,01	0,864
DIVMS, g/kg MS	684	708	807	801	777	759	11,48	0,952	<0,01	0,112

CONT: Controle; GORP: Gordura protegida; T: Tratamento; E: Estações; TxE: Interação entre tratamento e estações; PB: Proteína bruta; FDN: Fibra em detergente neutro; FDA: Fibra em detergente ácido; LIG: Lignina; EE: Extrato etéreo; PIDN/PB: Proteína insolúvel em detergente neutro; PIDA/PB: Proteína insolúvel em detergente ácido; MM: Matéria mineral; DIVMS: Digestibilidade in vitro da matéria seca.<sup>1</sup>EPM: Erro padrão da média; <sup>2</sup>As médias foram comparadas pelo teste "F".

## **5.5. Consumo, desempenho, parâmetros sanguíneos e abate**

### **5.5.1. Consumo**

Na recria, a determinação do consumo de matéria seca total foi predito pelo sistema BR-Corte (2016) para bovinos em pastejo. Foi utilizada a seguinte equação:

$$\text{Eq 1: CMS (kg/dia)} = -1,912 + 0,900 \times \text{CMSs} + 0,094 \times \text{PC}^{0,75} + 1,070 \times \text{GMD} - 1,395 \times \text{GMD}^2$$

Onde: CMSs, é o consumo de suplemento em kg/dia;  $\text{PC}^{0,75}$ , o peso corporal metabólico, em kg e; GMD, o ganho de peso médio diário, em kg/dia. Por diferença entre o CMS e o CMSs, foi determinado o consumo de matéria seca de forragem.

Para o CMSs, foi considerado o valor médio consumido de suplemento pelo piquete em cada estação do ano.

Na terminação, o CMS foi obtido pela diferença entre o fornecido (MS) e as sobras (MS).

### **5.5.2. Desempenho**

Na recria, as pesagens foram realizadas a cada 28 dias após jejum de sólidos e líquidos por 16 horas (NRC, 1996). O GMD (kg/dia) foi calculado subtraindo o PC final do período pelo PC inicial do período dividido pelo número de dias do período.

O desempenho na terminação foi avaliado apenas pelo GMD determinado pela diferença entre o PC final e inicial em jejum (restrição de sólidos e líquidos por 16 horas) dividido pelo total de dias de confinamento, não havendo pesagens intermediárias.

O rendimento do ganho (RG) expressa, em g/kg, a quantidade de carcaça em relação ao ganho em peso médio diário (Sampaio et al. 2017), e foi calculado dividindo-se o ganho em carcaça total no período, pelo ganho em PC total no período.

Durante a recria, o ganho por área foi calculado utilizando os ganhos individuais médios e o número de animais em cada piquete durante o período avaliado. O peso

corporal total dos animais de cada piquete, em cada período determinado, permitiu determinar a taxa de lotação em unidade animal por hectare (1UA/ha).

### **5.5.3. Parâmetros sanguíneos**

No segundo período de cada estação da recria (primavera, verão e outono), o perfil metabólico foi determinado por meio de parâmetros sanguíneos sendo coletadas amostras de 3 animais por piquete (12 animais), do bloco dos animais mais pesados. Na terminação, nos dias 0, 28 e 100 de confinamento, foram coletadas as amostras de sangue de 3 animais por baia (36 animais).

As amostras de sangue foram coletadas pela manhã, entre 6:30 e 7:30 h, após jejum alimentar e hídrico de 16 horas, por venipunção jugular. Foram coletados dez ml em tubos vacutainer (2 tubos) com anticoagulante (perfil proteico, energético e enzimático) e cinco ml sem anticoagulante (1 tubo) (perfil hormonal).

Posteriormente, as amostras de sangue foram centrifugadas (3000 RPM x 15 minutos) e o soro foi retirado e armazenado em eppendorfes identificados. No soro foi determinado: as concentrações de albumina, proteínas totais, ureia e creatinina, para avaliação do perfil proteico; as concentrações de colesterol,  $\beta$ -hidroxibutirato, ácidos graxos não esterificados (NEFA) e glicose, para avaliação do perfil energético; e as concentrações de aspartato aminotransferase (AST), para avaliação do perfil hepático.

As análises dos metabólitos foram realizadas no Laboratório de bioquímica e fisiologia animal da FMVZ Pirassununga (São Paulo, Brasil), usando-se kits específicos e as análises hormonais de insulina e IGF-1 foram realizadas no Laboratório da Unesp Campus de Araçatuba (São Paulo, Brasil), usando-se kits específicos. As análises das concentrações dos parâmetros sanguíneos de albumina, creatinina, colesterol total, glicose, aspartato aminotransferase (AST), ureia e proteína foram realizadas por meio de kits comerciais (Bioclin®, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil; e CELM®, Barueri, São Paulo, Brasil) que utilizam método enzimático colorimétrico de ponto final e cinético, sendo a leitura realizada em analisador automático de bioquímica sanguínea (Sistema de Bioquímica Automático SBA-200 – CELM®). Para a análise de Beta-hidroxibutirato (BhBa) foi utilizado kit comercial da

empresa Randox®, (Laboratories Ltd., Ardmore, Diamond Road, Crumlin, Co. Antrim, Reino Unido) sendo a leitura realizada em analisador automático de bioquímica sanguínea (Sistema de Bioquímica Automático SBA-200 – CELM®). Para a análise de ácidos graxos não esterificados (NEFA) foi utilizado kit comercial da empresa Randox® sendo a leitura realizada em leitora de microplaca da marca ASYS®.

#### **5.5.4. Abates**

Os abates foram realizados conforme as normas estabelecidas pelo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) editadas pelo ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), no Frigorífico Minerva Foods, o qual é dotado de Serviço de Inspeção Federal (SIF), localizado a 20 km da instituição de pesquisa no município de Barretos, SP.

No início do experimento, foi realizado o abate referência com 4 animais para calcular a relação entre PC e peso de carcaça de cada animal (Eq. 2) para estimativa do peso de carcaça dos animais remanescentes:

$$\text{Eq. 2: } y = 0,695x - 30,57; r^2 = 1$$

Onde: y = peso de carcaça quente estimado em kg e x = peso corporal em kg.

Ao final da recria foram abatidos 12 animais, sendo 1 animal de cada piquete (6 animais de cada tratamento), selecionados de acordo com o PC médio do piquete. O intuito foi de avaliar o rendimento e ganho em carcaça durante esta fase e comporem o grupo referência da terminação, que foi utilizado para estimativa da composição inicial da carcaça dos demais animais terminados no confinamento. Para isso, foram geradas duas equações (uma para cada tratamento):

$$\text{Eq. 3: } y = 0,617x - 28,41 \quad r^2 = 0,980 \text{ (Controle)}$$

$$\text{Eq. 4: } y = 0,628x - 31,25 \quad r^2 = 0,939 \text{ (Gordura protegida)}$$

Onde: y = peso de carcaça quente estimado em kg e x = peso corporal de abate em kg.

Foram mensurados os pesos das gorduras pélvica, perirrenal e inguinal, coração, baço, fígado, rins, rúmen e intestinos. Ao final do confinamento, todos os animais foram abatidos após jejum de sólidos e líquidos de 16 horas. Foram

selecionados 4 animais/baia de acordo com o PC médio da baia, para determinação do peso dos órgãos: coração, baço, fígado, rumen e intestinos; rendimento de cortes primários, composição e qualidade da carcaça. Foram determinados os pesos dos rins e das gorduras pélvica, perrirenal e inguinal, peso de carcaça quente (PQC), além das avaliações de composição e qualidade da carne nos 108 animais abatidos.

Em todos os abates, o rendimento de carcaça quente foi obtido pela relação entre o PCQ e o peso ao abate dos animais. Em seguida, as carcaças foram transportadas à câmara frigorífica por 24 horas à temperatura de 3°C. Após este período, as carcaças foram pesadas para determinação do peso de carcaça frio (PCF). Na meia carcaça direita foram realizadas medidas de comprimento da carcaça, profundidade, tamanho do coxão e o perímetro do coxão, de acordo com Müller (1987). Foram também calculados os índices de compacidade da carcaça (peso da carcaça quente/comprimento da carcaça). Para determinação dos cortes primários, a meia carcaça direita foi separada em: dianteiro (entre a quinta e a sexta costela), ponta de agulha (PA) e traseiro especial, conforme preconiza a *Padronização de cortes de carne bovina*, aprovada pela Portaria SIPA nº 5, de 08 de novembro de 1988 (MAPA). Foi determinado o peso do corte primário e o seu rendimento em relação ao PCF.

### **5.6. Composição e qualidade da carcaça e da carne**

Após 24 horas do abate, foi retirada da meia-carcaça esquerda a porção correspondente da 9ª a 11ª costelas (seção HH; Hankins e Howe, 1946), para determinação da composição química foram utilizadas as equações propostas por Valadares Filho et al. (2006). As amostras das seções HH foram trituradas e homogeneizadas e analisadas quanto à umidade, cinzas, proteína e extrato etéreo por meio de análise de infravermelho próximo, utilizando o aparelho FoodScan™ (FOSS, Hillerod, Dinamarca).

Na 12ª costela foi mensurado o pH, área de olho de lombo (cm<sup>2</sup>/100 kg de carcaça; AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS) (Cañequé e Sañudo, 2005). A AOL foi desenhada em papel semi-transparente (Diniz, 2016) e posteriormente analisada usando Image J Software (National Institutes of Health, NIH USA), sendo expressa em 100 kg/PCQ e a espessura de gordura subcutânea (EGS) mensurada

com paquímetro a  $\frac{3}{4}$  de distância a partir do lado medial para o lado lateral do músculo.

Outras três amostras do músculo longissimus (12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas) foram retiradas para determinação da composição química, capacidade de retenção de água, perda por cocção, força de cisalhamento e coloração. Os bifes foram identificados e embalados a vácuo para posteriores análises. Com exceção dos bifes para determinação da composição química, os demais foram analisados após 0, 7, 14 e 21 dias de maturação.

Para composição química da carne, amostras do músculo longissimus *in natura* foram trituradas, homogeneizadas e liofilizadas. Essas amostras foram utilizadas para determinação do teor de umidade (método 934.01), cinzas (método 942.05), proteína (método 928.080) e extrato etéreo (método 920.39) conforme metodologia descrita pela AOAC (2006).

As avaliações de coloração, perda por cocção (PPC), força de cisalhamento (FC) e capacidade de retenção de água (CRA) da carne foram realizadas no Laboratório de Qualidade de Carne da APTA de São José do Rio Preto, São Paulo. As amostras congeladas e embaladas foram mantidas em geladeira de 5 a 7°C por 12 horas para descongelamento.

As amostras foram retiradas da geladeira, desembaladas e mantidas na geladeira dessa forma durante 30 minutos (AMSA, 2012). A avaliação da cor do músculo e da gordura subcutânea (porção removida entre 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas) pelo sistema CIE L\*, a\* e b\*, foi realizada de acordo com Houben et al. (2000). Foi utilizado o colorímetro portátil, modelo HunterLab MiniScan EZ 4500L (HunterLab, Reston, VA, EUA), utilizando um iluminante D65, com ângulo de observação de 10° e abertura do obturador de 10 mm. O aparelho foi previamente calibrado com os padrões preto e branco, conforme a recomendação do fabricante. As leituras foram realizadas em três pontos distintos de cada amostra e o valor final da cor foi considerado como a média das três leituras.

Para a determinação de PPC, elas foram pesadas em balança semi-analítica (modelo BL 320H, Shimadzu do Brasil Comercio Ltda, São Paulo, São Paulo, Brasil) para determinação do peso inicial. Em seguida, foi inserido um termopar digital (modelo FE Mux, - Flyever Indústria Comércio Equipamentos Eletrônicos, São Carlos,



SP, Brasil) no centro geométrico de cada amostra e assadas a 170°C em forno elétrico (Wictory – Forno combinado, modelo WCPR, Caxias do Sul, RS, Brasil). As amostras foram viradas quando a temperatura interna atingiu 35°C e retiradas do forno quando a temperatura interna atingiu 71°C (AMSA, 2005). Em seguida, as amostras de carne foram mantidas em temperatura ambiente (22°C) até resfriarem e foram novamente pesadas para determinação do peso final. As perdas por cocção foram consideradas a diferença entre o peso final e inicial (Honikel, 1998).

Após cocção e resfriamento, as amostras foram envolvidas em filme plástico e colocadas em geladeira (5 a 7°C) por 12 horas. Após esse período, foram desembaladas e foram retirados seis cilindros de 12 mm de diâmetro, de cada amostra, no sentido paralelo às fibras musculares, que foram cisalhados em aparelho texturômetro (Texture Analyzer Brookfield, modelo CT325K, Brookfield Engineering Laboratories, Middleboro, MA, EUA) dotado com lâmina Warner Braztler. O valor da força de cisalhamento foi considerado como a média das seis amostras retiradas com cilindro (Wheeler et al., 2002).

## **5.7. Análises estatística**

### **5.7.1. Avaliações durante a recria**

O delineamento utilizado foi em blocos completos casualizados com dois tratamentos, sendo o PC dos animais o fator de blocagem e os tratamentos foram ausência e presença da GP. A unidade experimental foi representada por um piquete com 10 animais, sendo 3 piquetes por tratamento, totalizando 12 unidades experimentais.

As variáveis composição morfológica, acúmulo e massa de forragem, consumo de suplemento, perfil metabólico e ganho de peso foram analisadas em um delineamento em blocos ao acaso com 2 tratamentos com medidas repetidas no tempo, utilizando o procedimento MIXED do SAS (SAS Institute, Inc. Cary, NC). Utilizou-se também o peso inicial como covariável para as medidas de desempenho.

O modelo incluiu os efeitos fixos de ausência e presença de gordura protegida, tempo e as interações entre eles, o bloco e o resíduo como efeito aleatório. As

variáveis foram submetidas à seleção da melhor estrutura da matriz de covariância e variância utilizando o critério de BIC. Depois de selecionadas, as estruturas foram utilizadas para compor a opção *repeated* no procedimento MIXED do SAS (SAS Institute, Inc. Cary, NC) e foi realizada a análise de variância. Na avaliação entre tempos foram utilizados contrastes polinomiais ortogonais e entre tratamentos foram feitas comparações utilizando o teste T a 5% de probabilidade, e tendência entre 5% a 10%.

#### 5.7.2. Avaliação na terminação

O delineamento utilizado foi em blocos completos casualizados em esquema fatorial 2 x 2, sendo os animais blocados por peso e os fatores, a ausência e presença da GP na recria e na terminação. A unidade experimental foi representada por uma baia de 6 x 20 m com 9 animais, sendo 3 baias por tratamento, totalizando 12 unidades experimentais.

Utilizou-se o peso inicial, como covariável para as medidas de desempenho. Entre os tratamentos foram feitas comparações utilizando o teste T e a significância declarada no nível de 5% e tendência entre 5 e 10%.

## 6. RESULTADOS

### *Consumo e desempenho animal durante a recria*

Não houve interação entre tratamento e estações do ano ( $P \geq 0,386$ ) para as avaliações de consumo (kg MS e %PC) apresentando somente efeito de estações do ano ( $P < 0,01$ ) (Tabela 6).

Tabela 6. Consumo de forragem e consumo de suplemento estimados, de novilhos Nelore recriados em pastagem *Urochloa brizantha* cv. Marandu suplementados, ou não, com gordura protegida.

Item	Primavera		Verão		Outono		EPM <sup>1</sup>	P-valor <sup>2</sup>		
	CONT	GORP	CONT	GORP	CONT	GORP		T	E	TxE
(Kg MS/dia)										
Consumo de forragem	3,45	3,46	4,03	4,05	5,31	5,41	0,30	0,436	<0,01	0,386
Consumo de suplemento	0,634	0,630	0,753	0,764	1,025	1,023	0,06	0,854	<0,01	0,748
Consumo de MS total	4,09	4,09	4,78	4,82	6,33	6,43	0,37	0,421	<0,01	0,482
(% PC)										
Consumo de forragem	1,62	1,62	1,52	1,50	1,56	1,55	0,01	0,324	<0,01	0,773
Consumo de suplemento	0,297	0,295	0,284	0,281	0,303	0,294	0,01	0,280	<0,01	0,839
Consumo de MS total	1,92	1,91	1,80	1,78	1,86	1,84	0,02	0,303	<0,01	0,731

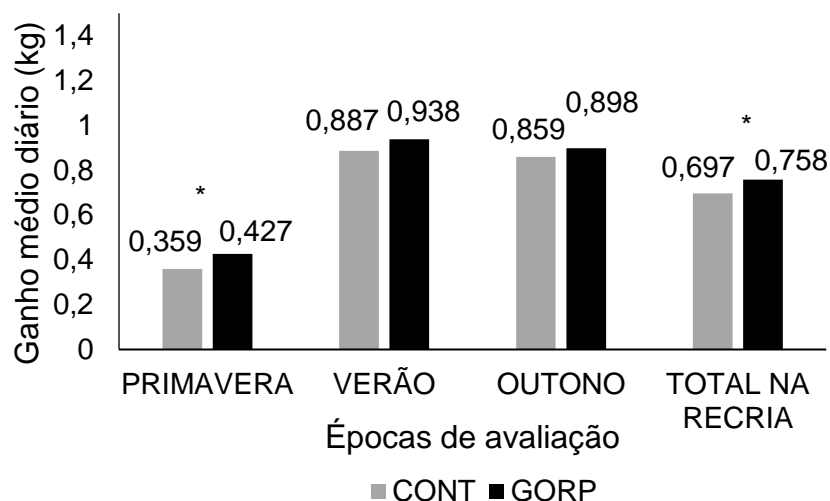
CONT: Controle; GORP: Gordura protegida; T: Tratamento; E: Estações; TxE: Interação tratamento vs estações; <sup>1</sup>EPM: Erro padrão da média; <sup>2</sup>As médias foram comparadas pelo teste "T" e as diferenças consideradas a partir do  $P < 0,05$  e tendências foram discutidas quando  $0,05 \geq P \geq 0,10$ .

Houve efeito de tratamento e das estações do ano para GMD (respectivamente,  $P \leq 0,035$  e  $P < 0,01$ ), onde a adição da gordura protegida no suplemento apresentou tendência de ganho adicional de 68 g/dia ( $P = 0,078$ ) na estação primavera, porém não apresentou diferença significativa nas demais estações ( $P = 0,244$  no verão;  $P = 0,308$  no outono). Observou-se também que a média geral apresentou diferença

significativa ( $P = 0,035$ ), podendo afirmar que houve aumento de 61 g/dia no GMD com o uso da gordura protegida em relação aos animais controle (Figura 4).

Na avaliação do ganho por área (kg/ha) não houve interação entre tratamento e períodos ( $P = 0,736$ ), porém foi observada diferença significativa entre períodos ( $P < 0,01$ ) e tendência de diferença entre tratamentos ( $P = 0,069$ ). Na estação da primavera, houve uma tendência de 26 kg/ha a mais para animais suplementados com GORP ( $P = 0,091$ ), bem como para o ganho total da recria em que se observou uma tendência de 47 kg/ha a mais para GORP ( $P = 0,064$ ) (Figura 4).

(A)



(B)

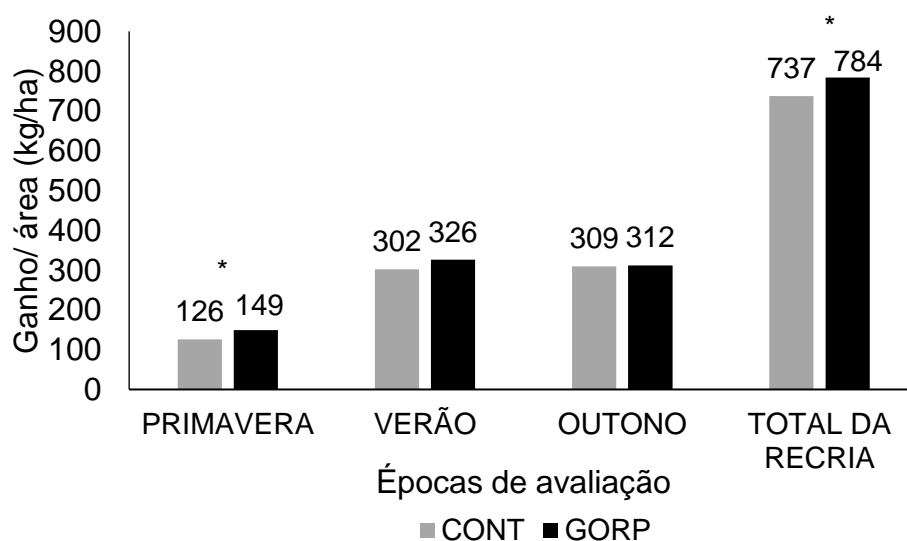


Figura 4. Ganho médio diário (kg) (Gráfico A) e Ganho/área (kg/ha) (Gráfico B) de novilhos Nelore recriados em pastagem *Urochloa brizantha* cv. Marandu suplementados, ou não, com gordura protegida, em função das épocas de avaliação. Gráfico A: Primavera ( $P = 0,078$ ); Verão ( $P = 0,244$ ); Outono ( $P = 0,308$ ); Total da recria ( $P = 0,035$ ). Gráfico (B): Primavera ( $P = 0,091$ ); Verão ( $P = 0,119$ ); Outono ( $P = 0,891$ ). Primavera: 06/09/2016 a 30/11/2016; Verão: 31/11/2016; Outono: 24/02/2017 a 19/05/2017.

*Parâmetros sanguíneos durante a recria*

A interação tratamento e estações do ano foi considerada no modelo, mas não apresentou interação significativa para nenhuma das variáveis ( $P \geq 0,289$ ). Apenas a concentração sérica de colesterol (mg/dl) apresentou efeito significativo para tratamento ( $P = 0,033$ ) sendo maior para os animais do tratamento GORP, em todas as estações; e apenas as concentrações de creatinina (mg/dl) e colesterol apresentaram efeito significativo para estação do ano (respectivamente,  $P = 0,013$  e  $P = 0,033$ ), com menores concentrações, de ambas variáveis, na estação primavera (Tabela 7).

Tabela 7. Parâmetros sanguíneos de novilhos Nelore recriados em pastagem *Urochloa brizantha* cv. Marandu suplementados, ou não, com gordura protegida.

Item	Primavera		Verão		Outono		EPM <sup>1</sup>	<i>P</i> -valor <sup>2</sup>	
	CONT	GORP	CONT	GORP	CONT	GORP		T	E
Perfil proteico									
Albumina (g/dl)	3,47	3,72	3,60	3,70	6,38	5,43	0,42	0,754	0,164
Proteína total (g/dl)	8,33	8,60	8,85	8,57	8,95	8,97	0,65	0,999	0,630
Ureia (mg/dl)	19,3	18,1	22,6	21,0	25,1	23,4	1,26	0,286	0,142
Creatinina (mg/dl)	1,49	1,50	1,93	1,90	1,83	1,73	0,04	0,399	0,033
Perfil energético									
Colesterol (mg/dl)	100	143	112	159	120	170	4,34	0,013	0,033
BHBA (mg/dl)	0,365	0,327	0,447	0,450	0,398	0,460	0,39	0,779	0,645
NEFA (mmol/l)	1,45	1,30	1,83	1,79	1,58	1,83	0,13	0,858	0,284
Glicose (mg/dl)	146	154	111	113	96	86	6,29	0,988	0,126
Perfil hepático									
AST (U/l)	65,0	70,4	95,0	76,1	94,4	156,0	22,75	0,604	0,339
Perfil hormonal									
Insulina ( $\mu$ IU/ml)	5,34	4,54	6,19	7,89	5,43	4,52	0,72	0,993	0,201
IGF-1 ( $\mu$ IU/ml)	465	617	609	833	720	773	68,09	0,210	0,202

CONT: Controle; GORP: Gordura protegida; T: Tratamento; E: Estações; BHBA= Beta hidroxibutirato; NEFA= Ácidos graxos não esterificados; AST= Aspartato aminotransferase. <sup>1</sup>EPM: Erro padrão da média; <sup>2</sup>As médias foram comparadas pelo teste de "T" e as diferenças consideradas a partir do  $P < 0,05$ . A interação tratamento $\times$ estações do ano foi considerada no modelo e não apresentou interação significativa para nenhuma das variáveis ( $P > 0,289$ ).

### Características da carcaça ao final da recria

Para todas as variáveis de desempenho e características da carcaça dos animais houve diferença significativa ( $P < 0,035$ ), com exceção da AOL entre os tratamentos CONT e GORP (Tabela 8).

Os animais que receberam gordura protegida terminaram a recria mais pesados (390 kg) quando comparados aos animais do grupo controle (375 kg) ( $P = 0,019$ ). Esses animais apresentaram ganho médio diário, peso de carcaça quente, ganho em peso médio diário em carcaça, rendimento em carcaça e rendimento do ganho superiores, respectivamente 5%, 16,9%, 12,7%, 10,5% e 2,2%, aos não suplementados com gordura protegida. Houve tendência ( $P = 0,069$ ) para EGS, onde o uso da gordura protegida propiciou maior gordura de acabamento quando comparado aos animais do controle (2,8 vs. 2,0 mm).

Tabela 8. Características de carcaça de novilhos Nelore recriados em pastagem *Urochloa brizantha* cv. Marandu suplementados, ou não, com gordura protegida.

Item	Tratamento		EPM <sup>1</sup>	P-valor <sup>2</sup>
	CONT	GORP		
Peso corporal inicial (kg)	198	195	-	-
Peso corporal final (kg)	375	390	8,03	0,019
PCQ (kg)	203	213	2,66	0,012
GMD (kg/dia)	0,697	0,758	0,02	0,035
GMDcarc (kg/dia)	0,380	0,420	0,01	0,012
RCQ (g/kg)	541	547	0,07	<0,01
RG (%)	54,4	55,6	0,18	<0,01
AOL (cm <sup>2</sup> /100kg)	29,1	27,8	1,82	0,617
EGS (mm)	2,10	2,77	0,26	0,069

CONT: Controle; GORP: Gordura protegida; PCQ: Peso de carcaça quente (kg); RCQ: Rendimento de carcaça quente (%); GMDcarc: Ganho em peso médio diário em carcaça (kg/dia); RG: Rendimento do ganho (%); AOL: Área de olho de lombo (cm<sup>2</sup>/100kg de carcaça); EGS: Espessura de gordura de cobertura (mm); <sup>1</sup>EPM: Erro padrão da média; <sup>2</sup>As médias foram comparadas pelo teste de "T" e as diferenças consideradas a partir do  $P < 0,05$ .

Não houve diferença significativa ( $P \geq 0,291$ ) entre os tratamentos para os cortes primários, bem como para medidas biométricas da carcaça, ao final da recria ( $P \geq 0,141$ ). Somente o índice de compacidade da carcaça apresentou tendência ( $P =$

0,051), sendo superior para animais alimentados com GORP (1,74% vs. 1,63%) (Tabela 9).

Tabela 9. Rendimentos dos cortes primários (% da carcaça), medidas biométricas e índice de compacidade da carcaça (ICC) de novilhos Nelore recriados em pastagem *Urochloa brizantha* cv. Marandu suplementados, ou não, com gordura protegida.

Item	Tratamentos		EPM <sup>1</sup>	P-valor <sup>2</sup>
	CONT	GORP		
Cortes primários				
Dianteiro (%)	40,0	40,2	0,20	0,662
PA (%)	10,8	11,2	0,27	0,343
Traseiro (%)	49,2	48,6	0,46	0,399
Medidas biométricas				
Comprimento (cm)	123	125	1,46	0,141
Profundidade (cm)	40	40	0,82	0,987
Tamanho do coxão (cm)	85	87	2,83	0,588
Perímetro do coxão (cm)	101	102	0,99	0,670
ICC inicial (kg/cm)	0,94	0,92	0,05	0,559
ICC (kg/cm)	1,63	1,74	0,04	0,051

CONT: Controle; GORP: Gordura protegida; PA: Ponta de agulha; ICC: Índice de compacidade de carcaça (peso de carcaça quente em kg por comprimento de carcaça quente em cm); <sup>1</sup>EPM: Erro padrão da média; <sup>2</sup>As médias foram comparadas pelo teste de "T" e as diferenças consideradas a partir do  $P < 0,05$ .

### Órgãos metabólicos

Houve diferença significativa entre os tratamentos para baço (g/kg) ( $P = 0,016$ ), superior para o tratamento CONT (2,73 g/kg vs. 2,37 g/kg). A GRPI ( $P < 0,01$ ) foi superior para animais alimentados com GORP (7,75 g/kg vs. 5,72 g/kg). Os demais órgãos e vísceras não apresentaram diferença significativa ( $P \geq 0,273$ ) (Tabela 10).



Tabela 10. Proporção de órgãos metabólicos (g/kg) em relação ao peso corporal de novilhos Nelore recriados em pastagem *Urochloa brizantha* cv. Marandu suplementados, ou não, com gordura protegida.

Item	Tratamentos		EPM <sup>1</sup>	P-valor <sup>2</sup>
	CONT	GORP		
Rúmen (g/kg PC)	35,9	35,6	0,93	0,801
CR (g/kg PC)	52,1	42,0	6,43	0,153
Intestinos (g/kg PC)	27,1	27,9	0,13	0,552
CI (g/kg PC)	9,26	5,66	1,17	0,004
CT (g/kg PC)	61,3	47,7	7,24	0,042
Fígado (g/kg PC)	11,6	12,0	0,33	0,490
Coração (g/kg PC)	2,91	3,08	0,11	0,273
Baço (g/kg PC)	2,73	2,37	0,14	0,016
Rins (g/kg PC)	1,46	1,48	0,21	0,936
GRPI (g/kg PC)	5,72	7,75	0,41	0,006

CONT: Controle; GORP: Gordura protegida; GRPI: gorduras perirrenal, pélvica e inguinal; <sup>1</sup>EPM: Erro padrão da média; <sup>2</sup>As médias foram comparadas pelo teste de "T" e as diferenças consideradas a partir do  $P < 0,05$ .

#### *Consumo e desempenho na terminação*

Para eficiência alimentar (EA), houve tendência de interação ( $P = 0,087$ ) entre a fase da recria (RE) e terminação (TE). Os animais do tratamento CONT-GORP apresentaram-se mais eficientes que os animais do CONT-CONT, com maior valor de EA (19,9% superior) (Tabela 11).

Houve efeito na fase da recria dos tratamentos para PC inicial ( $P = 0,096$ ) e final ( $P = 0,067$ ). O PC final dos animais suplementados com gordura protegida foi maior em relação aos animais que não foram suplementados com a gordura (539 kg vs. 524 kg) na fase da recria.

Tabela 11. Desempenho de tourinhos Nelore suplementados, ou não, com gordura protegida durante a recria e terminação.

Recria	CONT		GORP		EPM	P-valor <sup>2</sup>		
	CONT	GORP	CONT	GORP		RE	TE	RExTE
Terminação								
PC inicial (kg)	372	379	390	386	6,11	0,096	0,904	0,407
PC final (kg)	517	531	538	541	8,38	0,067	0,261	0,456
GMD (kg/dia)	1,364	1,436	1,391	1,464	0,07	0,681	0,312	0,996
CMS (kg/dia)	9,37	8,26	8,88	8,95	0,52	0,817	0,278	0,221
CMS (%PC)	2,05	1,79	1,89	1,91	0,10	0,849	0,209	0,153
EA (kg de PC)	0,146c	0,175a	0,157bc	0,164ab	0,01	0,984	0,017	0,087

CONT: Controle; GORP: Gordura protegida; RE: Fase da recria; TE: Fase de terminação; RExTE: interação recria vs. terminação; PC: Peso corporal (kg); GMD: Ganho em peso médio diário (kg/dia); CMS: Consumo de matéria seca (kg/ dia); CMS %PC: Consumo de matéria seca em porcentagem de peso corporal; Eficiência alimentar (kg de peso vivo ganho por kg de matéria seca ingerido); <sup>1</sup>EPM: Erro padrão da média; <sup>2</sup>As médias foram comparadas pelo teste "T" e as diferenças consideradas a partir do  $P < 0,05$ .

#### *Parâmetros sanguíneos durante a terminação*

Foi observada interação entre a recria (RE) e terminação (TE) para os níveis séricos de proteína total ( $P = 0,047$ ), e tendência para glicose ( $P = 0,091$ ) e aspartato aminotransferase ( $P = 0,056$ ). Houve tendência de efeito isolado da fase da recria entre os tratamentos para os níveis de ureia ( $P = 0,066$ ), creatinina ( $P = 0,054$ ) e BHBA ( $P = 0,078$ ) e efeito significativo para colesterol ( $P < 0,01$ ) e ácidos graxos não esterificados ( $P = 0,043$ ).

Já na terminação, houve tendência de efeito somente para albumina ( $P = 0,088$ ) e para ureia ( $P = 0,014$ ), creatinina ( $P = 0,045$ ) e colesterol (mg/dl) ( $P < 0,01$ ). Para as variáveis insulina e IGF-1, não houve efeito dos tratamentos ( $P \geq 0,197$ ) (Tabela 12).

Tabela 12. Parâmetros sanguíneos avaliados nos dias 0, 28 e 100 de confinamento de tourinhos Nelore suplementados, ou não, com gordura protegida durante a recria e terminação.

Recria Terminação	CONT		GORP		EPM <sup>1</sup>	<i>P</i> -valor <sup>2</sup>		
	CONT	GORP	CONT	GORP		RE	TE	RExTE
Perfil proteico								
Albumina (g/dl)	4,81	4,34	4,83	4,35	0,25	0,966	0,088	0,982
Proteína total (g/dl)	9,09a	8,26b	8,71c	8,44bc	0,12	0,445	0,001	0,047
Ureia (mg/dl)	40,2	35,7	36,8	34,1	1,20	0,066	0,014	0,456
Creatinina (mg/dl)	1,86	1,76	1,76	1,68	0,04	0,054	0,045	0,870
Perfil energético								
Colesterol (mg/dl)	150	172	174	194	5,14	<0,01	<0,01	0,827
BHBA (mg/dl)	0,338	0,337	0,372	0,374	0,02	0,078	0,992	0,936
NEFA (mmol/l)	1,31	1,34	1,48	1,49	0,14	0,043	0,779	0,850
Glicose (mg/dl)	127a	106b	97b	94b	6,31	<0,001	0,022	0,091
Perfil hepático								
AST (U/l)	86a	67a	69ac	92c	9,48	0,649	0,825	0,056
Perfil hormonal								
Insulina (µIU/ml)	15,44	16,98	22,46	17,51	2,73	0,956	0,635	0,197
IGF-1 (µIU/ml)	795	845	876	771	68,82	0,202	0,550	0,267

CONT: Controle; GORP: Gordura protegida; RE: fase da recria; TE: fase de terminação; RExTE: interação recria vs. terminação; BHBA: Beta hidroxibutirato; NEFA: Ácidos graxos não esterificados; AST: Aspartato aminotransferase. <sup>1</sup>EPM: Erro padrão da média; <sup>2</sup>As médias foram comparadas pelo teste de "T" e as diferenças consideradas a partir do  $P < 0,05$  e tendências foram discutidas quando  $0,05 \geq P \leq 0,10$ . Houve efeito significativo para dias de confinamento para todas as variáveis, com exceção da glicose ( $P = 0,135$ ). A interação tripla recria\*terminação\*dias de confinamento foi considerada no modelo, porém não apresentou interação significativa para nenhuma das variáveis ( $P > 0,322$ ).

Houve tendência de interação entre o efeito da ausência ou presença da gordura protegida na recria (RE) e os dias de confinamento (DC) para o colesterol; e o efeito da ausência ou presença da gordura protegida na terminação (TE) e os dias de confinamento (DC) para albumina ( $P = 0,036$ ), proteína total ( $P < 0,01$ ) e colesterol ( $P < 0,01$ ) (Figura 5).

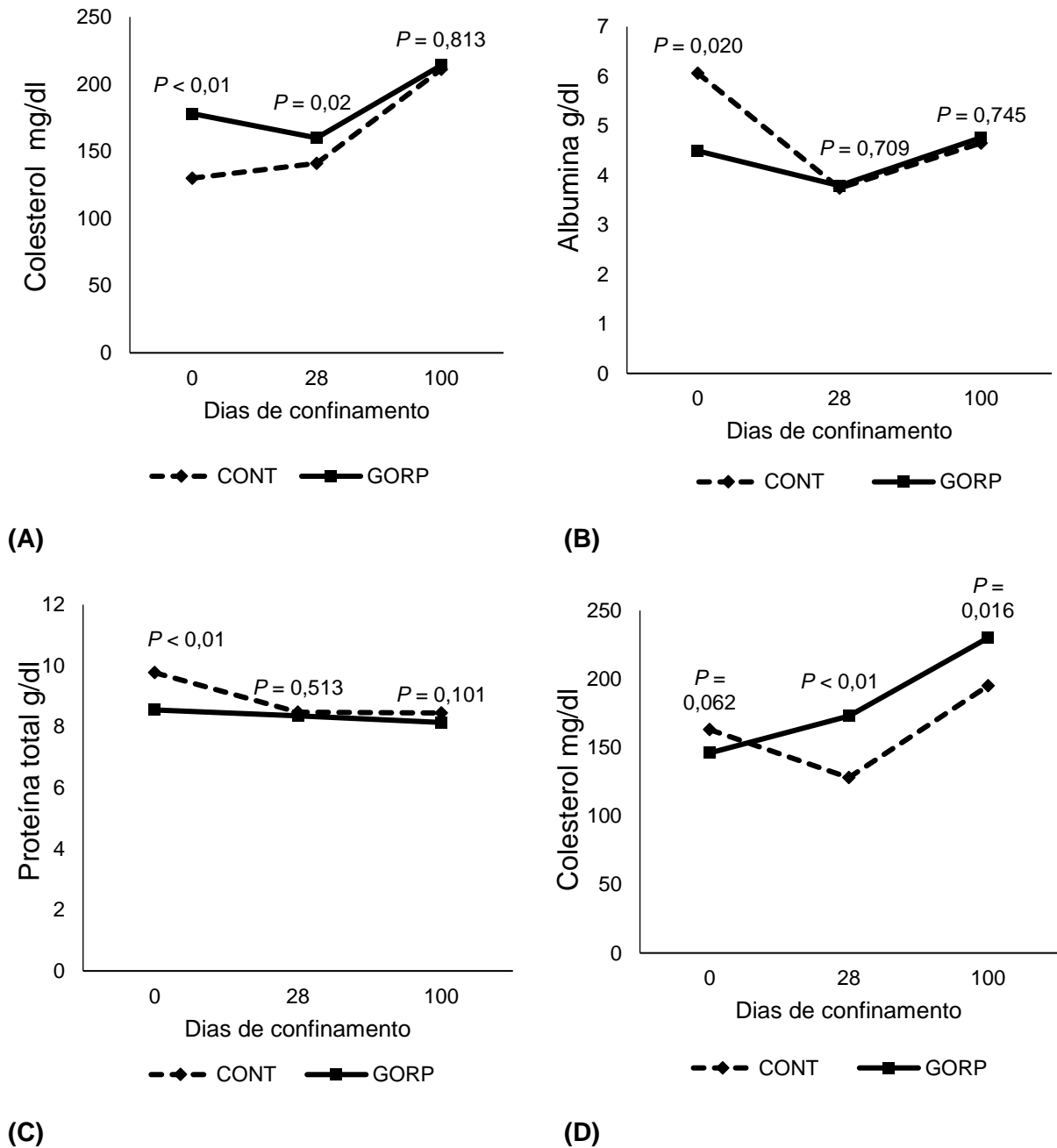


Figura 5. Parâmetros sanguíneos avaliados nos dias 0, 28 e 100 de confinamento de tourinhos Nelore durante a recria em pasto de *Urochloa brizantha* cv. Marandu suplementados, ou não, com gordura protegida durante a recria e terminação. Gráfico (A): Interação RExD; Gráfico (B), (C) e (D): Interações TExD.

### Características de carcaça

Não houve interação entre os fatores (RE e TE) ( $P > 0,157$ ) para as características de carcaça. Houve tendência de efeito da recria para PCQ inicial e final

(respectivamente,  $P = 0,066$ ;  $P = 0,061$ ). Animais do tratamento GORP apresentaram maior PCQ inicial e final em relação aos do tratamento CONT. Na terminação, os animais alimentados com gordura protegida acompanharam o mesmo comportamento dos dados de desempenho. Apresentaram-se mais eficientes com maior valor de eficiência alimentar em carcaça (EACarc) ( $P = 0,017$ ) (0,114 kg de carcaça para o GORP vs. 0,102 kg de carcaça para o CONT) em relação aos animais do controle (Tabela 13).

Tabela 13. Peso, rendimento e ganhos em carcaça de tourinhos Nelore suplementados, ou não, com gordura protegida durante a recria e terminação.

Recria	CONT		GORP		EPM <sup>1</sup>	P-valor <sup>2</sup>		
	CONT	GORP	CONT	GORP		RE	TE	RExTE
Terminação								
PCQ inicial (kg)	201	205	214	211	3,82	0,066	0,885	0,362
PCQ final (kg)	300	307	312	315	4,96	0,061	0,189	0,642
RC (%)	58,1	57,9	57,9	58,2	0,21	0,675	0,960	0,315
RG (%)	68,4	66,9	66,4	67,1	0,99	0,384	0,658	0,318
GMDcarc (kg/dia)	0,929	0,959	0,921	0,982	0,04	0,841	0,268	0,681
EACarc (kg/kg)	0,100	0,117	0,104	0,110	0,03	0,707	0,021	0,169
pH	5,83	5,84	5,94	5,88	0,07	0,264	0,699	0,613
AOL (cm <sup>2</sup> /100kg)	26,8	26,6	26,1	25,9	0,91	0,142	0,642	0,915
EGS (mm)	4,5	4,4	4,2	4,5	0,24	0,692	0,441	0,303

CONT: Controle; GORP: Gordura protegida; RE: fase da recria; TE: fase de terminação; RExTE: interação recria vs. terminação; PCQ inicial: Peso de carcaça quente inicial (kg); PCQ final: Peso de carcaça quente final (kg); RC: Rendimento de carcaça (%); RG: Rendimento do ganho (%); GMDcarc: Ganho em peso médio diário em carcaça (kg/dia); EACarc: Eficiência alimentar em carcaça (kg de carcaça produzido por kg de MS); AOL: área de olho de lombo (cm<sup>2</sup>/100kg de carcaça); EGS: Espessura de gordura subcutânea (mm). <sup>1</sup>EPM: Erro padrão da média; <sup>2</sup>As médias foram comparadas pelo teste de "T" e as diferenças consideradas a partir do  $P < 0,05$ .

Para os cortes primários e medidas biométricas não houve interação entre os fatores (RE e TE) ( $P \geq 0,182$ ). Os tratamentos na recria tenderam a influenciar apenas no comprimento de carcaça ( $P = 0,060$ ), sendo superior nos animais do tratamento GORP (137 vs. 134 cm). Não foi observado efeito significativo para os fatores da recria e terminação ( $P \geq 0,423$ ) para os cortes primários (Tabela 14).

Tabela 14. Rendimento de cortes primários (% da carcaça), medidas biométricas e índice de compacidade da carcaça (ICC) de tourinhos Nelore suplementados, ou não, com gordura protegida durante a recria e terminação.

Recria Terminação	CONT		GORP		EPM	P-valor <sup>2</sup>		
	CONT	GORP	CONT	GORP		RE	TE	RExTE
Cortes primários								
Dianteiro (%)	41,2	41,8	41,6	41,3	0,39	0,814	0,795	0,345
PA (%)	12,2	12,2	12,1	12,0	0,20	0,439	0,951	0,810
Traseiro (%)	46,6	46,0	46,4	46,7	0,29	0,401	0,764	0,181
Medidas biométricas								
Comprimento (cm)	133	134	136	138	1,88	0,060	0,635	0,533
Profundidade (cm)	40	41	41	41	0,71	0,662	0,678	0,860
Tamanho do coxão (cm)	91	90	91	91	0,92	0,699	0,597	0,846
Perímetro do coxão (cm)	115	117	115	116	0,93	0,637	0,224	0,627
ICC (kg/cm)	2,2	2,3	2,3	2,3	0,05	0,349	0,571	0,448

CONT: Controle; GORP: Gordura protegida; RE: fase da recria; TE: fase de terminação; RExTE: interação recria vs. terminação; PA: Ponta de agulha; ICC: Índice de compacidade da carcaça (peso de carcaça quente em kg por comprimento de carcaça quente em cm). <sup>1</sup>EPM: Erro padrão da média; <sup>2</sup>As médias foram comparadas pelo teste de "T" e as diferenças consideradas a partir do  $P < 0,05$ .

Em relação aos órgãos houve interação ( $P = 0,047$ ) entre os fatores (RE e TE) apenas para fígado, onde houve tendência ( $P = 0,057$ ) dos animais do tratamento GORP-GORP apresentarem maior peso que os animais do CONT-GORP (Tabela 15).

Tabela 15. Proporção de órgãos metabólicos (g/kg) em relação ao PC de tourinhos Nelore suplementados, ou não, com gordura protegida durante a recria e terminação.

Recria	CONT		GORP		EPM	P-valor <sup>2</sup>		
	CONT	GORP	CONT	GORP		RE	TE	RExTE
Terminação								
Rúmen (g/kg)	39,80	39,41	40,03	41,17	1,59	0,558	0,819	0,653
CR (g/kg)	39,57	37,14	39,25	40,19	2,59	0,619	0,786	0,546
Intestinos (g/kg)	27,56	27,98	28,89	27,67	0,73	0,519	0,615	0,316
CI (g/kg)	4,97	4,33	5,10	6,60	0,64	0,117	0,524	0,153
CT (g/kg)	44,56	41,51	44,35	46,85	2,98	0,423	0,930	0,394
Fígado (g/kg)	12,33ab	11,80b	11,94ab	12,53a	0,36	0,447	0,903	0,047
Coração (g/kg)	3,23	3,30	3,28	3,13	0,12	0,406	0,560	0,164
Baço (g/kg)	2,49	2,36	2,61	2,43	0,10	0,387	0,181	0,805
Rins (g/kg)	1,61	1,63	1,62	1,70	0,07	0,561	0,486	0,670
GRPI (g/kg)	11,13	11,75	11,41	12,41	0,84	0,421	0,191	0,741

CONT: Controle; GORP: Gordura protegida; RE: fase da recria; TE: fase de terminação; RExTE: interação recria vs. terminação; CR: Conteúdo ruminal; CI: Conteúdo intestinal; CT: Conteúdo total; GRPI: Gordura perirenal, pélvica e inguinal; <sup>1</sup>EPM: Erro padrão da média; <sup>2</sup>As médias foram comparadas pelo teste de "T" e as diferenças consideradas a partir do  $P < 0,05$ .

### *Composição e qualidade da carcaça e da carne*

Para a composição química da carcaça, houve tendência de interação entre RE e TE para cinzas ( $P = 0,087$ ) e na composição de corpo vazio, houve tendência de interação somente para cinzas ( $P = 0,080$ ) (Tabela 16).

Tabela 16. Composição química da carcaça realizada por FoodScan™, utilizando a seção HH de tourinhos Nelore suplementados ou não com gordura protegida durante a recria e terminação.

Recria	CONT		GORP		EPM	P-valor <sup>2</sup>		
	CONT	GORP	CONT	GORP		RE	TE	RExTE
Terminação								
<i>Composição química estimada da carcaça (%)</i>								
Umidade	57,9	57,8	57,6	56,7	0,58	0,119	0,199	0,267
Proteína	20,0	20,0	20,1	19,7	0,29	0,726	0,632	0,517
Extrato etéreo	15,7	16,2	16,2	17,2	0,75	0,283	0,274	0,692
Cinzas	6,44	5,97	6,10	6,36	0,19	0,879	0,590	0,087

CONT: Controle; GORP: Gordura protegida; RE: fase da recria; TE: fase de terminação; RExTE: interação recria vs. terminação; Umidade, proteína, extrato etéreo e cinzas da carcaça, estimadas por equações (Valadares Filho et al., 2006). <sup>1</sup>EPM: Erro padrão da média; <sup>2</sup>As médias foram comparadas pelo teste de "T" e as diferenças consideradas a partir do  $P < 0,05$ .

Não foi observado efeito significativo ( $P \geq 0,103$ ) para nenhuma das variáveis de composição química do músculo longissimus (Tabela 17).

Tabela 17. Composição química do músculo longissimus de tourinhos Nelore suplementados ou não com gordura protegida durante a recria e terminação.

Recria	CONT		GORP		EPM	P-valor <sup>2</sup>		
	CONT	GORP	CONT	GORP		RE	TE	RExTE
Terminação								
Umidade (%)	77,8	77,5	77,4	78,4	0,53	0,686	0,535	0,296
Proteína (%)	19,6	19,5	19,8	19,0	0,54	0,788	0,404	0,537
Gordura (%)	0,688	0,903	0,790	0,737	0,11	0,773	0,467	0,247
Cinzas (%)	1,12	1,05	1,18	1,06	0,05	0,479	0,103	0,648

CONT: Controle; GORP: Gordura protegida; RE: fase da recria; TE: fase de terminação; RExTE: interação recria vs. terminação; <sup>1</sup>EPM: Erro padrão da média; <sup>2</sup>As médias foram comparadas pelo teste de "T" e as diferenças consideradas a partir do  $P < 0,05$ .



Houve interação entre recria e dias de maturação para  $L^*$  da cor da gordura ( $P = 0,015$ ). Houve efeito significativo para a interação terminação e dias de maturação para  $b^*$  da cor da gordura ( $P = 0,024$ ). Não houve interação recria e terminação ( $P \geq 0,150$ ) para nenhuma das variáveis, bem como, não houve interação tripla entre recria e terminação e dias de maturação para nenhuma das variáveis ( $P \geq 0,466$ ). Houve efeito de dias de maturação para todas as variáveis, com exceção do  $a^*$  da cor do músculo ( $P = 0,146$ ), onde o  $L^*$  e  $b^*$  aumentaram ao longo do tempo ( $P = 0,01$  e  $P < 0,01$ ). Não houve efeito isolado da recria ( $P \geq 0,112$ ) nem da terminação ( $P \geq 0,433$ ) para nenhuma das variáveis (Tabela 18).

Tabela 18. Coloração do músculo longissimus e da gordura subcutânea de tourinhos Nelore suplementados, ou não, com gordura protegida durante a recria e terminação.

Terminação	Recria	CONT		GORP		EPM	P-valor <sup>2</sup>			
		CONT	GORP	CONT	GORP		D	RExD	TExD	RExTExD
Item	D									
Cor do músculo										
L*	0	37,4	35,7	34,5	35,2	1,06	0,001	0,986	0,519	0,604
	7	37,9	36,8	34,9	36,4	1,12				
	14	38,4	38,0	36,5	36,9	1,47				
	21	39,1	38,5	36,4	37,9	1,59				
a*	0	15,4	16,6	14,3	15,3	0,77	0,146	0,788	0,256	0,877
	7	15,8	16,0	14,9	15,4	0,58				
	14	16,7	16,2	15,6	15,7	0,66				
	21	15,7	16,1	15,2	15,6	0,34				
b*	0	13,2	12,4	10,9	11,7	1,09	<0,01	0,476	0,461	0,882
	7	13,4	12,7	11,5	12,0	0,93				
	14	14,2	13,1	12,5	12,4	1,05				
	21	13,8	13,3	12,4	13,0	0,85				
Cor da gordura subcutânea										
L*	0	67,8	67,6	66,4	66,6	1,43	0,022	0,015	0,839	0,821
	7	66,4	66,6	65,2	66,9	0,81				
	14	64,8	65,5	66,3	66,9	1,27				
	21	65,1	65,3	65,3	65,7	1,21				
a*	0	10,3	10,3	11,0	11,6	0,88	0,026	0,213	0,330	0,466
	7	9,8	10,8	10,7	10,4	1,35				
	14	9,8	9,1	9,1	8,7	0,78				
	21	9,3	8,2	7,8	9,0	1,20				
b*	0	18,7	18,3	18,6	19,4	0,30	<0,01	0,098	0,024	0,671
	7	17,5	17,8	16,2	17,9	0,52				
	14	18,1	17,3	17,4	16,9	0,31				
	21	17,4	17,6	16,8	18,0	0,59				

CONT: Controle; GORP: Gordura protegida; D: Dias de maturação; RExD: interação recria e dias de maturação; RExTExD: interação tripla recria e terminação e dias de maturação; <sup>1</sup>EPM: Erro padrão da média; <sup>2</sup>As médias foram comparadas pelo teste de "T" e as diferenças consideradas a partir do  $P < 0,05$ . Não houve efeito isolado da recria ( $P > 0,112$ ) e da terminação ( $P > 0,411$ ) para nenhuma das variáveis. Não houve interação entre recria e terminação para nenhuma das variáveis ( $P > 0,150$ ).

Não houve interação entre os fatores para nenhuma variável avaliada ( $P \geq 0,118$ ) (Tabela 19). Houve efeito de recria para perda por cocção ( $P = 0,031$ ). Houve efeito de dias de maturação para todas as variáveis ( $P < 0,01$ ). Não houve efeito de TE para nenhuma das variáveis ( $P \geq 0,475$ ).

Tabela 19. Perda por cocção, força de cisalhamento e capacidade de retenção de água do músculo longissimus de tourinhos Nelore suplementados, ou não, com gordura protegida durante a recria e terminação.

Recria		CONT		GORP		EPM	P-valor <sup>2</sup>			
Terminação	D	CONT	GORP	CONT	GORP		RE	TE	RE×TE	D
PPC (%)	0	27,5	29,2	26,7	28,3	0,88				
	7	31,5	30,5	29,1	28,4	1,15	0,031	0,849	0,463	<0,01
	14	33,7	30,1	32,7	30,7	1,51				
	21	30,3	35,2	29,9	29,7	2,04				
0	5,4	5,5	4,8	4,9	0,47					
FC (kgf)	7	3,6	3,8	3,5	3,4	0,22	0,133	0,587	0,810	<0,01
	14	3,7	3,6	3,4	3,4	0,27				
	21	3,4	3,7	3,2	3,6	0,26				
	0	69,0	70,4	71,7	71,4	1,28				
CRA	7	74,3	75,3	75,2	75,0	1,05	0,167	0,475	0,364	<0,01
	14	74,0	74,3	74,9	74,1	1,03				
	21	73,3	74,2	74,0	74,4	0,65				

CONT: Controle; GORP: Gordura protegida; RE: Recria; TE: Terminação; RE×TE: interação entre recria e terminação; D: Dias de maturação.<sup>1</sup>EPM: Erro padrão da média; <sup>2</sup>As médias foram comparadas pelo teste de "T" e as diferenças consideradas a partir do  $P < 0,05$ . Não houve interação entre recria e dias de maturação para nenhuma das variáveis ( $P > 0,638$ ). Não houve interação entre terminação e dias de maturação para nenhuma das variáveis ( $P > 0,188$ ). Não houve interação tripla entre recria e terminação e dias de maturação para nenhuma das variáveis ( $P > 0,673$ ).

## 7. DISCUSSÃO

### *Recria*

As características de pasto no decorrer do experimento apresentaram diferenças apenas entre as estações do ano em virtude das variações edafoclimáticas, idade da planta e pastejo dos animais (Fernandes et al., 2015; Oliveira et al., 2016). Como consequência das mudanças na estrutura do dossel, no decorrer do ano, ocorrem modificações no comportamento ingestivo, no consumo e, conseqüentemente no desempenho de animais em pastejo (Geremia et al., 2018). Mesmo comportamento foi observado neste estudo, onde o consumo de forragem e de suplemento, e GMD diferenciaram entre as estações do ano. O fato da baixa suplementação e conseqüente baixa inclusão da gordura protegida na dieta total durante a recria, aliado ao fato de ser protegida ruminalmente, não causou impacto no consumo de forragem bem como no metabolismo microbiano.

A inclusão de gordura protegida menor que 2% da MS é recomendada para obter o maior benefício da energia contida na gordura e em outros componentes dietéticos em dietas a base de forragem (Hess et al., 2008). Assim, uma das hipóteses para o melhor desempenho dos animais, bem como as características de carcaça, na recria pode ser o aporte adicional de energia promovida com o uso desta gordura protegida. A deposição da energia ocorre quando a ingestão de alimento excede o que é requerido para manutenção, suprimindo a exigência líquida de manutenção (ELm), e assim, a energia restante torna-se disponível para produção (Resende et al., 2006). Diante disso, o ganho adicional de 68 g/dia para animais alimentados com gordura protegida na estação primavera e, refletindo em 61 g/dia a mais ao final de toda recria, demonstra que o uso desta tecnologia tem efeito mais relevante em cenário nutricional mais limitante. O GMD e ganho por área apresentaram o mesmo comportamento, sendo o último em virtude do maior ganho em peso dos animais, e não de uma carga maior na área.

Os ácidos graxos tem a capacidade de alterar a expressão gênica através de fatores de transcrição (Azain, 2004), o que pode ter ocorrido nestes animais durante

a recria. Estudos mostram, com relação ao tecido adiposo, que AGS aceleram a atividade de enzimas que codificam genes para deposição de gordura e AGPI suprimem a atividade destas enzimas (Choi et al., 2015). Desta forma, durante a fase de crescimento dos animais, os ácidos graxos podem ter promovido aumento na atividade de fatores de transcrição responsáveis pela deposição de tecido muscular, aumentando a deposição do mesmo e alterando assim seu metabolismo. Ou ainda, atuando sobre células satélites do tecido muscular promovendo sua proliferação e fusão, aumentando a hipertrofia muscular, semelhante aos promotores de crescimento (beta-agonistas) (Jhonson e Chung, 2007; Baxa et al., 2010). Explicando o maior ICC dos animais, que iniciaram o experimento com ICC iguais em ambos tratamentos. Já o maior RG para o uso da gordura protegida, pode ser melhor explicado pelo menor valor de conteúdo intestinal do mesmo tratamento, e não pelo maior ganho em carcaça. Isto porque, para o cálculo de RG, leva-se em consideração o PC final no qual está contido o peso de conteúdo do trato gastrointestinal.

Uma vez que ao final do sistema de produção a comercialização com o frigorífico é a carcaça, o GMD não reflete os reais ganhos ao produtor e sim a quantificação de carcaça produzida, expressa pelo GMDcarc. Torna-se interessante então, obter animais mais pesados e com boa deposição de carcaça ao final da recria, uma vez que esse efeito poderá ser prolongado até a carcaça final da terminação (Moretti 2015; Monção 2017).

Por ser uma fase que coincide com o ímpeto de crescimento muscular (Owens, 1993) é importante a oferta adequada de nutrientes para que, desta forma, os animais não passem pelo período seco e perdendo peso, pelas águas e ganhando peso, resultando numa recria longa e ineficiente. Com esse efeito de “boi sanfona”, ocorre o reajuste do tamanho dos órgãos metabólicos a fim de se reduzir a exigência de manutenção, o que não foi necessário no presente estudo.

A deposição de GRPI superior ao final da recria com o uso da gordura protegida pode estar relacionado com o fato de esta ser o primeiro local de deposição de gordura no animal em crescimento, (Pethick et al., 2004). Aliado a isso, o maior aporte de energia advindo da suplementação com gordura protegida, pode-se justificar a maior deposição de GRPI ao final da recria para os animais suplementados com gordura protegida.

Os parâmetros sanguíneos apresentaram-se dentro dos valores de referência para bovinos (Fagliari, et al., 1998; Jain, 1993; Kaneko, Harvey e Bruss, 1997). A variação da concentração de colesterol total no sangue, pode ser justificada pela maior disponibilidade de ácidos graxos no intestino na dieta com gordura protegida. O aumento da demanda necessária para digestão, absorção e transporte de ácidos graxos de cadeia longa ingerida proveniente de fontes de gordura, tem estreita relação com variações no teor de colesterol (Schauff et al., 1992; Elliot et al., 1993). O colesterol circula no plasma ligado a lipoproteínas (em ruminantes, principalmente a VLDL), sendo que 2/3 dele está esterificado aos ácidos graxos, e são transportados para os tecidos periféricos (Kozloski, 2011), logo, com maior absorção de ácidos graxos no intestino, maior a concentração de lipoproteínas circulantes no sangue.

Em geral, o uso da suplementação com gordura protegida na fase da recria aumentou o peso corporal dos animais e possibilitou que entrassem na fase de terminação 15 kg mais pesados que os animais do controle e com 10 kg de carcaça a mais. Sendo isso um diferencial quando busca-se abater animais mais pesados, com boa quantidade e qualidade de carcaça.

### *Terminação*

O maior aporte energético fornecido pelo uso da gordura protegida promoveu melhor desempenho dos animais durante a recria e permaneceu ao longo da terminação, resultando em animais mais pesados para o tratamento GORP-CONT e GORP-GORP na entrada do confinamento (PC inicial) bem como ao final do confinamento (PC final).

O CMS é o fator mais importante que influencia no desempenho animal (Mertens, 1994). O CMS e GMD não apresentaram efeito da inclusão de gordura protegida na dieta, sendo iguais para todos os tratamentos. Comportamento semelhante foi constatado por Zinn et al. (2000), quando utilizaram 2% de gordura animal; 2% de gordura animal + 4% de gordura protegida; 4% de gordura animal + 2% de gordura protegida; 6% de gordura animal. Estes autores obtiveram CMS, respectivamente de 8,77, 8,41, 8,46 e 8,62 kg/dia e GMD de 1,45, 1,53, 1,50 e 1,56 kg/dia. Apesar de não diferirem estatisticamente, o CMS foi menor numericamente

para os animais que receberam gordura durante a terminação. Assim, os animais melhoraram a eficiência alimentar mantendo o ganho em peso diário mesmo com menor consumo de matéria seca. A melhora nesse índice é um fato interessante para o sistema de produção, uma vez que os animais utilizando os alimentos de forma mais eficiente, necessitam consumir menos para atingir o mesmo nível de produção, sendo assim mais lucrativos. Barducci et al. (2015), avaliando uma dieta controle em comparação ao uso de gordura proveniente da torta de algodão ou de gordura protegida, também observaram melhor EA para o uso da gordura protegida em relação ao controle.

De acordo com a EA, pode-se inferir que o maior aporte energético possibilitou melhora na eficiência alimentar em depositar carcaça por kg de MS consumido. Além disso, mesmo consumindo gordura protegida na terminação os animais não tiveram maior espessura de gordura subcutânea (EGS) e não apresentaram deposição de gordura excedente (média de 4,4 mm). Isso pode ser explicado pela melhor EA<sub>carc</sub> observada com o uso da gordura protegida na terminação, mostrando que a energia excedente para o ganho proveniente da dieta, foi direcionada para deposição de tecido muscular ao invés de tecido adiposo, a qual é mais eficiente e mais “barata” energeticamente do que tecido adiposo.

Devido a importância de proteção contra o frio durante a refrigeração das carcaças dentro das câmaras frias, o grau de acabamento das carcaças tem sido monitorado pelos frigoríficos brasileiros. O mínimo exigido de 3,0 mm e ideal de 4 a 6 mm como limite é a fim de se evitar perdas por toaletes nos cortes (Costa et al., 2002). Sendo assim, os valores obtidos no presente estudo, apresentaram-se dentro do ideal (média de 4,4 mm) o que proporcionou menor efeito de perdas durante o resfriamento, mantendo o bom aspecto visual não alterando a conformidade das fibras e resultando em melhor maciez na carne (Muller, 1987).

A AOL é a medida mais utilizada na avaliação do desenvolvimento muscular da carcaça (Arboitte et al., 2004), tendo correlação positiva entre a AOL e porção comestível (Luchiari Filho, 2000). Não foi observada diferença em nenhuma das variáveis para característica de carcaça no presente trabalho. Esperava-se que o uso da gordura protegida na terminação, aumentasse a deposição de tecido adiposo em virtude do maior aporte energético ou, pela ação dos ácidos graxos na expressão

gênica de receptores como o gama peroxisomo proliferador-ativado (PPAR $\gamma$ ) e do potenciador de ligamento da proteína CCAAT (C/EBP $\beta$ ), que atuam na diferenciação dos adipócitos (Umek e McKnight, 1991). Jorge et al. (2009) concluíram que o uso de lipídio protegido também não influenciou as características de carcaça. Andrade (2010) avaliou a recria de animais Angus  $\times$  Nelore suplementados com proteico-energético (3 g/kg PC), com ou sem inclusão de gordura protegida bem como a terminação em confinamento com ou sem inclusão de gordura protegida na dieta, e também não encontrou diferença entre os tratamentos para EGS e AOL. O mesmo resultado também foi observado por Zinn et al. (2000), no trabalho com gordura e sebo, em que estas dietas não tiveram efeito sobre a AOL. Ngidi et al. (1990) não encontraram diferença com o uso de lipídio protegido (0, 2, 4 ou 6% da MS da dieta) para AOL.

Possivelmente em virtude de não diferirem quanto ao peso de carcaça, os animais não apresentaram diferenças para os cortes primários. O comprimento de carcaça sofreu efeito da recria e foi superior para animais suplementados com gordura, possivelmente em decorrência do maior crescimento e desempenho desses animais nesta fase. Fato este que não foi suficiente para alterar o índice de compacidade de carcaça na terminação, que está relacionado com musculosidade. Resultado semelhante foi encontrado por Andrade (2010), rabalhando com gordura protegida.

Em virtude do maior aporte de nutrientes via suplementação em ambos os tratamentos durante a recria, os animais não passaram por momentos de restrição, e entraram no confinamento com órgãos metabolicamente mais ativos (Williams, 1981), não alterando os tamanhos dos órgãos a fim de reduzir o gasto energético de manutenção ou de se adaptar a dieta. Aliado a isso, o aumento da densidade energética da dieta associada a maior energia metabolizável dos lipídios em comparação aos alimentos ricos em carboidratos e proteína (Zinn e Shen, 1996), permitiu maior disponibilidade de energia líquida (Rezende et al., 2011) podendo ser revertida para a produção de tecido muscular e adiposo. Tal fato pode ser observado com a maior EA<sub>carc</sub> dos animais que receberam gordura protegida na terminação.

Quanto à composição química da carcaça, o componente encontrado em maior proporção foi a proteína, sendo relacionada com o tecido muscular. Conforme Berg e



Butterfield (1976), dentre os tecidos que compõe a carcaça, o muscular é o mais importante, já que é relacionado a fração comestível e o mais desejado pelo consumidor. Com isso, a carcaça deve apresentar quantidade máxima de músculo, mínima de osso e quantidade de gordura que varia de acordo com a preferência do consumidor. O teor de EE das carcaças dos animais do presente estudo apresentou média de 16,4%, a qual é satisfatória para a realidade brasileira e está dentro dos padrões da raça Nelore (Valadares Filho et al., 2016).

A adição de gordura protegida na suplementação em pastagens e na terminação em confinamento não afetou a composição química do músculo longissimus dos animais. A composição química dos músculos é relativamente constante, com aproximadamente 75% de água, 19 a 25% de proteínas e 1 a 2% de minerais, sendo o teor de extrato etéreo (EE) o que mais varia na carne (Geay et al., 2001). Os valores de EE da carne observados, com média de 0,78%, foram semelhantes ao encontrado por Franzoi (2013). Segundo Williams et al. (1995) a quantidade de gordura corporal pode ser manipulada pela dieta, porém o local de deposição e a eficiência do processo são características intrínsecas ao animal. Apesar da gordura intramuscular ser a última a ser depositada, vários pesquisadores relataram que o teor de marmoreio aumenta com o aumento dos dias de alimentação (Alderson, 1994; Bruns et al., 2005), porém atinge o platô à medida que o tempo passa (Van Koeving et al., 1995). Sendo assim, a suplementação com gordura protegida de ácidos graxos saturados e insaturados onde prevaleça o ácido palmítico, desde a fase da recria, poderia acarretar em uma maior taxa de deposição de tecido adiposo intramuscular. Scollan et al., 2003, comparando o uso de gordura protegida rica em ácido palmítico com outros dois suplementos lipídicos protegidos no rúmen ricos em AGPI, observou aumento no conteúdo intramuscular na dieta com alto teor de ácido palmítico, em comparação com a dieta contendo alto teor de ácido linoléico e  $\alpha$ -linolênico. Porém, Du et al. (2013) propõe que a fase para se obter deposição de gordura intramuscular é do desmame precoce até aproximadamente 250 dias de idade. O que não ocorreu no presente estudo, uma vez que os animais iniciaram a suplementação aos 240 dias (8 meses). Além disso, os baixos teores encontrados no presente trabalho pode estar relacionado a dois fatores: primeiro ao fato de os animais serem da raça Nelore, a qual não apresentam potencial genético para depositar

gordura intramuscular; segundo, pelo nível de suplementação de gordura na dieta fornecida no presente estudo. Ambos fatores sugerem que, o nível de suplemento e o potencial genético para marmoreio podem afetar a eficácia da gordura protegida com relação a deposição de gordura intramuscular.

Os valores de pH final apresentaram média de 5,87, estando dentro do desejável para se obter qualidade de carne (Felício, 1997; Luchiari Filho, 2000; Mach et al., 2008). Essa transformação do músculo em carne é complexa, com alterações de metabolismo celular e estruturas proteicas em que ocorre o esgotamento de reservas de ATP seguido pela diminuição de temperatura da musculatura e queda no pH (Lawrie, 2005). Com a morte do animal através da sangria, o músculo obtém energia a partir da via anaeróbica e, após a glicólise, ocorre a formação de ácido láctico que se acumula no músculo, promovendo o declínio do pH muscular (Cattelan et al., 2013). O pH e a coloração da carne estão diretamente relacionados. Problemas de estresse prolongado antes do abate podem esgotar as reservas de glicogênio, impedindo que o pH diminua e tendo como resultado, uma carne de coloração mais escura (Felício, 1997). A cor da carne é o fator de qualidade mais importante apreciado pelo consumidor no momento da compra, sendo o critério básico para sua escolha (Monte et al., 2012). Diante dos valores ideais de pH e dos valores coerentes para os parâmetros de cor L\*, a\* e b\*, podemos caracterizar a carne do presente estudo como sendo de qualidade.

Ainda quanto as características qualitativas da carne, a maciez é a característica organoléptica de maior influência na palatabilidade, sendo de grande importância para aceitação do consumidor (Paz e Luchiari Filho, 2000). Em decorrência do baixo teor de EE no músculo longissimus, mesmo com o uso da gordura protegida, os valores observados para FC no tempo 0 de maturação foram considerados acima da normalidade (4,8 a 5,4 kgf), caracterizando uma carne dura. Além disso a raça Nelore possui maiores quantidade de ligações cruzadas de colágeno, além de maior ação de enzimas, como a calpastatina, que inibem o amaciamento da carne (Rubensam et al., 1998). Com o processo de maturação, a FC diminuiu à medida que a maturação ocorreu, promovendo assim o amaciamento da carne pela ação das proteases. Segundo Monsón et al. (2004), a maturação afeta diretamente a FC, sendo resultado dado de acordo com o potencial de amaciamento

do músculo. A partir de 7 dias de maturação, a FC apresentou média de 3,5 kgf, sendo considerada uma carne macia (Forrest et al., 1975). A CRA também foi alterada pela maturação uma vez que, durante este processo, ocorre uma pequena elevação do pH juntamente com a degradação enzimática da estrutura miofibrilar e a substituição de íons divalentes por monovalentes, resultando no aumento da CRA.

Os valores para PPC no presente trabalho estão dentro da faixa preconizada, 20,3 a 31,5% (Abularach et al., 1998). Essa variável apresentou efeito somente para maturação, apresentando maiores valores no tempo 14 de maturação. Segundo Pinto, Ferraz e Balieiro (2008), isso acontece em razão da quebra da membrana celular durante este processo.

Na terminação, os parâmetros sanguíneos avaliados, apresentaram-se dentro dos valores referência para bovinos de corte (Kaneko et al., 1997). A dieta com gordura protegida proporcionou maiores concentrações de colesterol e maior atividade da enzima AST, sugerindo que, a adição deste ingrediente na recria e na terminação, proporciona maior alteração hepática. A maior concentração do colesterol pode ser associada a ingestão de níveis elevados de energia na forma de gordura protegida na dieta. A enzima AST é liberada na corrente sanguínea em grandes quantidades quando ocorre dano na membrana dos hepatócitos (González, 2000). Um distúrbio que pode acometer o fígado, é a lipidose hepática (“fígado gorduroso”) em que a chegada de ácidos graxos livres ao fígado, excede a sua capacidade de oxidação e secreção. O excesso destes ácidos graxos, é armazenado como triacilglicerol (TAG) nos hepatócitos, causando diminuição das funções metabólicas no fígado. Porém, no presente trabalho, as alterações no sangue não foram suficientes para causarem danos à saúde bem como à produção animal.

## **8. CONCLUSÃO**

Na fase da recria, a gordura protegida eleva o ganho em peso dos animais, refletindo na terminação e proporcionando carcaças mais pesadas no abate final. O

uso da gordura protegida na fase de terminação aumenta a eficiência alimentar dos animais.

## 9. REFERÊNCIAS

ABIEC 2019 -Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. Exportação Brasileira de Carne Bovina << <http://www.abiec.com.br/Sumario2019.aspx>>> Acesso em 03 de outubro de 2019.

Abularach MLS, Rocha CE, Felício PE (1998) Características de qualidade do contrafilé (m. L. dorsi) de touros jovens da raça Nelore. *Ciência e Tecnologia dos Alimentos*. Campinas, v. 18, n.2, p. 205-210.

Aferri G, Leme PR, Silva SL, Putrino SM, Pereira ASC (2005) Desempenho e características de carcaça de novilhos alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1651-1658.

Alderson, CL (1994) **Effects of growth pattern on muscle protein and DNA accretion, and body composition of yearling heifers**. M.S. Thesis, South Dakota State Univ., Brookings.

AMSA (2005) Research guidelines for cookery, sensory evaluation and tenderness measurements of fresh meat. 2nd ed. **American Meat Science Association**. 205p., Champaign, Illinois USA.

AMSA. (2012). Meat Color Measurement Guidelines. In AMSA. (Ed.), **American Meat Science Association**, 124 p., Illinois USA.

Andrade EM (2010) **Influência da utilização de lipídio protegido na dieta sobre o perfil de ácidos graxos e qualidade da carne de bovinos jovens Nelore Angus**. 98 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Unesp, Botucatu.

AOAC 2006 – (association of official analytical chemists). **Official Methods of Analysis**. 18.ed. Arlington, VA, USA

Arboitte MZ, Restle J, Alves Filho DC, Pascoal LL, Pacheco PS, Socal DC (2004) Características da carcaça de novilhos 5/8 Nelore – 3/8 Charolês abatidos em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.969-977.

Azain MJ (2004) Role of fatty acids in adipocyte growth and development. **Journal of Animal Science**, 82(3):916-24.

Azevedo JAG, Valadares Filho SC, Silva LFC, Santos AB, Souza LL, Polyana RP, Rennó LN, Prado IN (2016) Regulação e predição de consumo de matéria seca. p. 15-44. In: VALADARES FILHO, S. C *et al.* (ed.). **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados - BR-Corte**. 3. ed. Viçosa: UFV, DZO.

Barbero RP, Malheiros EB, Nave RLG, Mulliniks JT, Delevatti LM, Koscheck JFW, Romanzini EP, Ferrari AC, Renesto DM, Berchielli TT, Ruggieri AC, Reis RA (2017) Influence of post-weaning management system during the finishing phase on grasslands or feedlot on aiming to improvement of the beef cattle production. **Agricultural Systems** 153: 23-31.

Barducci RS, Sarti LMN, Millen DD, Putarov TC, Ribeiro FA, Franzói MCS, Costa CF, Martins CL, Arrigoni MB (2015) Ácidos graxos no desempenho e nas respostas imunológicas de bovinos Nelore confinados **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.50, n.6, p.499-509.

Barducci RS, Franzói MCS, Sarti LMN, Millen DD, Putarov TC, Perdigão A, Martins CL, Arrigoni MDB (2016) Perfil de ácidos graxos e características da carne de bovinos Nelore confinados com diferentes fontes lipídicas protegidas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.68, n.1, p.233-242.

Bassi MC, Ladeira MM, Chizzotti ML, Chizzotti FHM, Oliveira DM, Machado Neto OR, Carvalho JRR, Nogueira Neto AA (2012) Grão de oleaginosas na alimentação de novilhos zebuínos: consumo, digestibilidade e desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 41:353-359.

Batt, RAL (1980) *Studies in Biology. Influences on Animal Growth and Development*. Camelot Press, London n. 116.

Bauchart D (1993) Lipid Absorption and Transport in Ruminants. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p. 3864-3881.

Baxa TJ, Hutcheson JP, Miller MF, Brooks JC, Nichols WT, Streeter MN, Yates DA, Johnson BJ (2010) Additive effects of a steroidal implant and zilpaterol hydrochloride on feedlot performance, carcass characteristics, and skeletal muscle messenger ribonucleic acid abundance in finishing steers **Journal of Animal Science**, 88: 330-337.

Berg RT e Butterfield RM (1968). Growth patterns of bovine muscle, fat, and bone. **Journal of Animal Science**, 27:611-628.

Bionaz M, HERING BJ, LOOR JJ (2012) Fine metabolic regulation in ruminants via nutrient-gene interactions: saturated long-chain fatty acids increase expression of genes involved in lipid metabolism and immune response partly through PPAR-alpha activation. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 107, n. 2, p. 179-191.

BR-CORTE (2016) Cálculo de exigências nutricionais, formulação de dietas e predição de desempenho de zebuínos puros e cruzados. 3ed. Viçosa: UFV/ DZO. 142p.

Bruns KW, Pritchard RH, Boggs DL (2005) The effect of stage of growth and implant exposure on performance and carcass composition in steers. **Journal of Animal Science**. 83:108–116.

Bush BM (2004) Interpretação de resultados laboratoriais para clínicos de pequenos animais. 2 ed. São Paulo: Roca, 426p.

Cattalam J, Brondani IL, Alves Filho DC, Segabinazzi LR, Callegaro AM, Cocco JM (2013) Características de carcaça e qualidade da carne de novilhos confinados em diferentes espaços individuais. **Ciência Animal Brasileira**, 185-198.

Cañeque, V, Sañudo C (2005) **Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes**. INIA, Zaragoza.

Cervieri RC, Carvalho JCF, Martins CI (2009) Evolução do Manejo Nutricional nos Confinamentos Brasileiros: Importância da Utilização de Subprodutos da Agroindústria em Dietas de Maior Inclusão de Concentrado. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, Botucatu. Recentes avanços na nutrição de bovinos confinados **Anais...** Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agronômicas, p.2-22.

Choat, WT, Krehbiel CR, Duff GC, Kirksey RE, Lauriault LM, Rivera JD, Capitan BM, Walker DA, Donart GB, Goad CL (2003) Influence of grazing dormant native range or winter wheat pasture on finishing cattle performance, carcass characteristics, and ruminal. **Journal of animal Science**, v.81, p.3191-3201.

Choi SH, Gang GO, Sawyer JE, Johnson BJ, Kim KH, Choi CW, Smith SB (2013a) Fatty acid biosynthesis and lipogenic enzyme activities in subcutaneous adipose tissue of feedlot steers fed supplementary palm oil or soybean oil, **Journal of Animal Science**, **91p.**, **2091-2098**.

Choi SH, Silvey DT, Johnson BJ, Doumit ME, Chung KY, Sawyer JE, Go GW, Smith SB (2014) Conjugated linoleic acid (*t*-10,*c*-12) reduces fatty acid synthesis *de novo*, but not expression of genes for lipid metabolism in bovine adipose tissue *ex vivo*. **Lipids** 49:15–24.

Choi SH, Park SK, Johnson BJ, Chung KY, Choi CW, Kim KH, Kim WY and Smith SB (2015) AMPK $\alpha$ , C/EBP $\beta$ , CPT1 $\beta$ , GPR43, PPAR $\gamma$ , and SCD Gene Expression in Single- and Co-cultured Bovine Satellite Cells and Intramuscular Preadipocytes Treated with Palmitic, Stearic, Oleic, and Linoleic Acid. *Asian Australas. Journal of Animal Science* 28:411-419.

Christie WW, Noble RC, Clegg RA (1986) The hydrolysis of very low density lipoproteins and chylomicrons of intestinal origin by lipoprotein lipase in ruminants. **Lipids**, Champaign, v. 21, n. 3, p. 252-253.

Church DC, Pond WG (1977) **Bases Científicas para la Nutrición y Alimentación de los Animales Domésticos**. Zaragoza : Acribia, 462p.

Church DC, Pond WG (1988) **Basic Animal Nutrition and Feeding**. 3<sup>a</sup> ed. New York, J. Wiley. 472p.



Coleman SW, Evans BC, Guenther JJ (1993) Body and carcass composition of Angus and Charolais steers as affected by age and nutrition. **Journal of animal Science**, v.71, p.86-95.

Costa EC, Restle J, Vaz FN, Brondani IL, Perottoni J, Faturi C, Menezes L.F.G. (2002) Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol do músculo *Longissimus* de novilhos Red Angus superprecoce terminados em confinamento, abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.417-428.

Davis CL (1993) **Alimentación de la Vaca Lechera Alta Productora**. Illinois: Milk Specialties Company. 60p.

Detmann E, Paulino MF, Valadares Filho SC (2010) Otimização do uso dos recursos forrageiros basais. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMCORTE p.191-240.

Detmann E, Van Soest EEL, Batista ED, Huhtanen P (2014) An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. **Livestock Science** 162:141-153.

De Vries MFW (1995) Estimating forage intake and quality in grazing cattle: A reconsideration of the hand-plucking method. **Journal of Range Management** 48:370–375.

Du M, Huan Y, Das AK, Yang Q, Duarte MS, Dodson MV, e Zhu MJ (2013) Meat Science and Muscle Biology Symposium: Manipulating mesenchymal progenitor cell differentiation to optimize performance and carcass value of beef cattle. **Journal of Animal. Science**, 91:1419-1427.

Elliot JP, Drackey JK, Schauff DJ, Jaster EH (1993) Diets containing high oil corn and tallow for dairy cows during early lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 3, p. 775-789.

Ezequiel JMB (2001) Uso de caroço de algodão na alimentação animal. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, p.307-328.

Fagliari JJ, Santan AE, Lucas FA, Campos E, Curi PR (1998) Constituintes sanguíneos de bovinos lactentes, desmamados e adultos das raças Nelore (*Bos indicus*) e Holandesa (*Bos taurus*) e de bubalinos (*Bos bubalis*) da raça Murrah. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 50, n. 3, p. 263-271.

FAO. 2018. **Statistical Yearbook. Food and Agriculture Organization of the United Nations**, Rome, Italy.

Felício PE (1997) Fatores ante e post mortem que influenciam na qualidade da carne bovina. **Simpósio Sobre Pecuária De Corte**, Piracicaba. Fundação de Estudos Agrários “Luís de Queiroz”.

Fernandes H.J, Paulino MF, Martins RGR, Valadares Filho SC, Torres RA; Paiva LM, Moraes GFB (2004). Ganho de peso, conversão alimentar, ingestão diária de nutrientes e digestibilidade de garrotes não castrados de três grupos genéticos em recria e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.33, n.6, p.2.403-2.411.

Fernandes RM, Almeida CM, Carvalho BC, Alves Neto JA, Mota VAC, Resende FD, Siqueira GR (2015) Effect of supplementation of beef cattle with different protein levels and degradation rates during transition from the dry to rainy season. **Tropical Animal Health Production**, v.47, p. 1-9.

Ferrel CL (1988) Contribution of visceral organs to animal energy expenditures. **Journal of Animal Science**, v. 66, p. 23-34.

Fiorentini G; Santana MCA; Sampaio AAM, Reis RA, Ribeiro AF, Berchielli TT (2012). Intake and performance of confined crossbred heifers fed different lipid sources. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.6, p.1490-1498.

Fiorentini G, Messana JD, Dian PHM, Reis RA, Canesin RC, Pires AV, Berchielli TT (2013) Digestibility, fermentation and rumen microbiota of crossbred heifers fed diets with different soybean oil availabilities in the rumen. **Animal Feed Science and Technology**, v. 181, n. 1-4, p. 26–34.

Fiorentini G, Carvalho IPC, Messana JD, Castignino OS, Berndt A, Canesin RC, Frighetto RTS, Berchielli TT (2014) Effect of lipid sources with different fatty acid profiles on the intake, performance, and methane emissions of feedlot Nelore steers. **Journal of Animal Science**, v. 92, n. 4, p. 1613–1620.

Franzói, MCS (2013) **Características da carne de bovinos Nelore confinados suplementados com fonte de lipídios**. 54 f. Dissertação (Mestrado). 54f – Unesp/Botucatu

Forrest JC, Aberle ED, Hedrick HB, Judge MD, Merkel RA (1975) **Principles of Meat Science**, W.H. Freeman & Co., San Francisco.

Gagliostro G (1997) Lípidos by Pass. In: CURSO DE ACTUALIZACION PROFESIONAL: **Alimentacion y Enfermedades de la Nutricion em Vacas Lecheras**, 3ed., Buenos Aires, Valdés: INTA: UNLP: CREA, p. 51-65.

Gagliostro GA, Chilliard Y (1992) Utilizacion de lipidos protegidos em la nutricion de vacas lecheras. I. Efectos sobre la producción y la composición de la leche, y sobre la ingestión de cience seca y cience. **Revista Argentina de Produccion Animal**, Buenos Aires, v.12, n.1, p. 1-15.

Garret WN, Yang YT, Dunkley WL, Smith LM (1976) Energy utilization, feedlot performance and fatty acid composition of beef steers fed protein encapsulated tallow or vegetable oils. **Journal of Animal Science**, v.42, p.1522-1533, 1976.

Geay Y, Bauchart D, Hocquette J, Culioli J (2001) Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. **Reproduction Nutrition Development**, v.41, p.1-26.

Geremia EV, Crestani S, Mascheroni JDC, Carnevalli RA, Mourão GB, da Silva SC (2018) Sward structure and herbage intake of *Brachiaria brizantha* cv. Piatã in a crop-livestock-forestry integration area. **Livestock Science**, 212, 83–92.

Gilmore LA, Walzem RL, Crouse SF, Smith DR, Adams TH, Vaidyanathan V, Cao X, Smith SB (2011) Consumption of high-oleic acid ground beef increases HDL cholesterol concentration but both high- and low-oleic acid ground beef decrease HDL particle diameter in normocholesterolemic men. **Journal of Nutrition**. 141:1188-1194.

González FHD, Conceição TR, Siqueira AJS, La Rosa VL (2000) Variações sanguíneas de ureia, creatinina, albumina e fósforo em bovinos de corte no Rio Grande do Sul. **A Hora Veterinária**, v. 20, p. 59-62.

Gressler MAL, Souza MIL (2009) Efeitos da suplementação com gordura protegida sobre a foliculogênese ovariana de ruminantes. **Veterinária e Zootecnia**. 3(2):70-79.

Herdmann A, Nuernberg K, Martin J, Nuernberg G, Doran O (2010) Effect of dietary fatty acids on expression of lipogenic enzymes and fatty acid profile in tissues of bulls. **Animal**, Cambridge, v. 4, n. 5, p. 755-762.

Hess BW, Moss GE, Rule DC (2008) A decade of developments in the area of fat supplementation research with beef cattle and sheep. **Journal of Animal Science**, 86:188-204.

Honikel KO (1998) Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, 49:447–457.

Houben JH, Van Dijk A, Eikelenboom G, Hoving-Bolink AH (2000) Effect of dietary vitamin E supplementation, fat level and packaging on colour stability and lipid oxidation in minced beef. **Meat Science**, 55:331–336.

Jain NC (1993) **Essentials of veterinary hematology**. Philadelphia: Lea & Febiger, 417 p.

Jenkins TC (1993) Lipid Metabolism in the Rumen. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 12, p. 3851-3863.

Jenkins TC, Wallace RJ, Moate PJ, Mosley EE (2008) Board-invited review: Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. **Journal of Animal Science** 86:397-412.

Johnson BJ, Chung KY (2007) Alterations in the physiology of growth of cattle with growth-enhancing compounds. **Veterinary Clinics of North America Food Animal Practice**, 23:321-332.

Johnson DE, Johnson KA, Baldwin RL, Aldwin RL (1990) Changes in liver and gastrointestinal tract energy demands in response to physiological workload in ruminants. **Journal Nutrition**, v. 120, p.649-655.

Jorge JRV, Zeoula LM, Prado IN, Silva RR, Andrade RV, Macedo MA, Prado JM, Bublitz EE, Marques JA (2009) Gordura protegida sobre o desempenho, carcaça e composição química da carne de novilhos Holandês. **Archivos de Zootecnia** v. 58, n. 223, p. 371-382.

Jump DB (2002) Dietary polyunsaturated fatty acids and regulation of gene transcription. **Current Opinion in Lipidology**, v. 13, n. 2, p. 155-164.

Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss ML (1997) **Clinical biochemistry of domestic animals**. San Diego, Academy Press.

Kennelly JJ, Glim DR, Ozimek L (2000) Potential to Alter the Composition of Milk Explored. **Feedstuffs**, Minnetonka, Jan., 10, p.11-17; 27.

Klusmeyer TH, Clark JH (1991) Effects of dietary fat and protein on fatty acid flow to the duodenum and in milk produced by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 9, p. 3055-3067.

Kozloski GV (2011) Bioquímica dos ruminantes. 3ª ed. Revista e ampliada. Santa Maria: Editora da UFSM.

Lanna DP (1997) Fatores condicionantes e predisponentes de puberdade e da idade de abate. In: SIMPÓSIO SOBRE PECUÁRIA DE CORTE, FEALQ, **Anais... Piracicaba**, p. 41-78.

Lawrie RA (2005) **Ciência da carne**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed. 384 p.

Licitra G, Hernandez TM, Vansoest PJ (1996) Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358.

Luchiari Filho A. **Pecuária da carne bovina**. 1ª edição, São Paulo, 2000. 134 p.

Mach N, Bach A, Velarde A, Devant M (2008) Association between animal, transportation, slaughterhouse practices, and meat pH in beef. **Meat Science**, v.78, p.232-238.

Manso T, Bodas R, Castro T, Jimeno V, Mantecon AR (2009) Animal performance and fatty acid composition of lambs fed with different vegetable oils. **Meat Science**, v. 83, n. 3, p. 511-516, 2009.

McCurdy MP, Horn GW, Wagner JJ, Lancaster PA, Krehbiel CR (2010) Effects of winter growing programs on ciencente feedlot performance, carcass characteristics, body composition, and energy requirements of beef steers. **Journal of animal Science**, v.88, p.1564-1576.

Medeiros SR, Almeida R, Lanna DPD (2010). Manejo da recria – Eficiência do crescimento da desmama à terminação. In: Pires AV. **Bovinocultura de corte**. Piracicaba,FEALQ, v.1, p.760.

Mertens, DR (1994) Regulation of forage intake. In: G. C. Fahey Jr., editor, Forage quality, evaluation, and utilization. **American Society of Agronomy, Crop Science Society of American, Soil Science Society of American**, Madison, WI. p. 450–493.

Monção, FP (2017) **Suplementação e uso da virginiamicina como moduladores do desempenho de bovinos nelore na recria e seus efeitos na terminação em confinamento**, 142 f., Tese (Doutorado), Unesp/Jaboticabal.

Monsón F, Sañudo C, Sierra I (2004) Influence of cattle breed and ageing time on textural meat quality. **Meat Science**, v.68, p.595-602.

Monte ALS, Gonsalves HRO, Villarroel ABS, Damaceno MN, Cavalcante ABD (2012) Qualidade da carne de caprinos e ovinos: uma revisão. **Agropecuária Científica no Semi Árido**, v. 8, n. 3, p. 11-17.

Moretti MH, Resende FD, Siqueira GR, Roth APTP, Custodio L, Roth MTP, Campos WC, Ferreira LH (2013) Performance of Nelore young bulls on Marandu grass pasture with protein supplementation. **Revista Brasileira de Zootecnia** 42:438-446.

Moretti MH (2015) **Estratégias alimentares para a recria e terminação de tourinhos nelore**. 116 f. (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal.

Mott GO, Lucas HL (1952) **The desing, conduct, and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures**. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, Pennsylvania: State College Press, p.1380-1385.

MÜLLER, L (1987) **Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaça de novilhos**. 2.ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 31p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC (1996) **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: 1996. 242p.

Nelson ML, Marks DJ, Busboom JR, Cronrath JD, Falen L (2004) Effects of supplemental fat on growth performance and quality of beef from steers fed barleypotato product finishing diets: I. Feedlot performance, carcass traits, appearance, water binding, retail storage, and palatability attributes. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 12, p. 3600–3610.

Ngidi ME, Loerch SC, Fluharty FL, Palmquist DL (1990) Effects os calcium soaps of long-chain fatty acids on feedlot performance, carcass characteristics and ruminal metabolism of steers. **Journal of Animal Science**, v.68, p.2555-2565.

Oliveira CA, Millen DD (2014) Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. **Animal Feed Science and Technology**, v. 197, p. 64–75.

Oliveira AP, Casagrande DR, Bertipaglia LMA, Barbero RP, Berchielli TT, Ruggieri AC, Reis RA (2016) Supplementation for beef cattle on Marandu grass pastures with different herbage allowances. **Animal Production Science**, v. 56 p. 1.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU) 2019 – Mundo terá 2,2 bilhões de pessoas a mais até 2050, indica ONU. Disponível em <<https://nacoesunidas.org/mundo-tera-22-bilhoes-de-pessoas-a-mais-ate-2050indica-onu>>. Acesso em 15 de outubro de 2019.

Owens FN, Dubeski P, Hanson CF (1993) Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n.11, p. 3138-3150.

Owens FN, Gill DR, Secrist DS, Colema SW (1995) Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle **Journal of Animal Science** 73:3152.

Pacheco RDL, Johnson BJ, Siqueira GR, Cervieri RC, Carvalho JCF, Burim MR, Bastos JPST (2016) Uso de Gordura Protegida em Bovinos de Corte. In: SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, DRACENA. **Anais...** Dracena, 2016.

Palmquist DL, Lock AL, Shingfield KJ, Bauman DE (2005) Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants and humans. **Advances in Food and Nutrition Research**. 50:179-217.

Palmquist, D.L.; Mattos, W.R.S. Metabolismo de lipídios (2011) In: Berchielli TT, Pires AV, Oliveira SG (Eds.). **Nutrição de ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, p.299-322.

Paula NF, Zervoudakis JT, Cabral LS, Carvalho DMG, Paulino MF, Zervoudakis LK, Oliveira AA, Koscheck JFW (2011) Suplementação infrequente e fontes proteicas para recria de bovinos em pastejo no período seco: parâmetros nutricionais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.4, p.882-891.



Paz CCP, Luchiari Filho A (2000) Melhoramento genético e diferenças de raças com relação à qualidade da carne bovina. **Pecuária de Corte**, n.101, p. 58-63.

Pethick DW, Harper GS, Oddy VH (2004). Growth, development and nutritional manipulation of marbling in cattle: A review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.44, p.705-715.

Pinto ACJ, Millen DD (2016) Situação atual da engorda de bovinos em confinamento e modelos nutricionais em uso. In: X SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE. Viçosa. **Anais...** Viçosa, UFV, p. 103-120.

Pinto LFB, Ferraz JBS, Balieiro JCC (2008) Qualidade de carne e de carcaça em bovinos da raça Nelore. In: VII Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal, **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia.

Poppi DP, Quigley SP, Correa TA, Mclennan SR (2018) Challenges of beef cattle production from tropical pastures. **Revista Brasileira de Zootecnia** 47p.

Porto MO, Paulino MF, Valadares Filho SC, Sales MFL, Leao MI, Couto VRM (2009) Protein sources in multiple supplements for finishing crossbred steers on Brachiaria pasture, in the wet season: productive and economical performance. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 38 (8): 1553-1560

Putrino SM, Leme PR, Silva SL, Alleoni GF, Lanna DPD, Grossklaus C (2006) Exigências líquidas de proteína e energia para ganho de peso de novilhos Nelore alimentados com dietas contendo grão de milho úmido e gordura protegida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 301-308.

Reis RA, Siqueira GR, Casagrande DR (2010) Suplementação alimentar para bovinos em pastagens. In: Pires AV. **Bovinocultura de corte**. Piracicaba, FEALQ, v.1, p.760.

Resende KT, Teixeira IAMA, Fernandes MHMR (2006) Metabolismo de energia. In: **Nutrição de Ruminantes**, 1ª ed, Jaboticabal: Telma Teresinha Berchielli, Alexandre Vaz Pires e Simone Gisele de Oliveira, 2006, cap 11, p. 311- 332.

Rezende PLP, Restle J, Fernandes JJR, Pádua JT, Freitas Neto MD (2011). Desempenho e desenvolvimento corporal de bovinos leiteiros mestiços submetidos a níveis de suplementação em pastagem de *Brachiaria brizantha*. **Ciência Rural**, v.41, n.8, p.1453-1458.

Rosa BL, Sampaio AA, Henrique W, Oliveira EA, Pivaro TM, Andrade AT, Fernandes ARM (2013) Performance and carcass characteristics of Nelore young bulls fed different sources of oils, protected or not from rumen degradation. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n. 2, p. 109-116.

Roth MTP, Resende FD, Siqueira GR, Fernandes RM, Custodio L, Roth APTP, Moretti, MH, Campos WC (2013) Supplementation of Nelore young bulls on Marandu grass pastures in the dry period of the year. **Revista Brasileira de Zootecnia** 42:447-455.

Roth MTP, Resende FD; Oliveira IM, Fernandes RM, Custodio L; Siqueira GR (2017) Does supplementation during previous phase influence performance during the growing and finishing phase in Nelore cattle? **Livestock Science**, v. 204, p. 122-128.

Rubensam JM, Felício PE, Termignoni C (1998) Influência do genótipo *Bos indicus* na atividade de calpastatina e na textura da carne de novilhos abatidos no sul do Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 4, p. 1235- 1241.

Sainz RD, De la Torre F, Oltjen JW (1995) Compensatory growth and carcass quality in growth-restricted and refed beef steers. **Journal of Animal Science**, 73, 2971–2979.

Sampaio RL, Resende FD, Reis RA, Oliveira IM, Custódio L, Fernandes RM, Siqueira GR (2017) The nutritional interrelationship between the growing and finishing phases in crossbred cattle raised in a tropical system. **Tropical Animal Health and Production**, 49, 1015–1024.

Santana MCA, Vieira BR, Costa DF, Dian PHM, Fiorentini G, Canesin RC, Pereira GT, Reis RA, Berchielli TT (2015) Source and frequency of dry season lipid supplementation of finishing grazing cattle. **Animal Production Science**, 55, 745–751.

SAS INSTITUTE (2008) SAS Systems for windows: Version 9.2. Cary.

Schauff DJ, Elliot JP, Clark JH, Drackley JK (1992) Effects of feeding lactating dairy cows diets containing whole soybeans and tallow. **Journal Dairy Science**, 75:1923-1935.

Scollan ND, Esner M, Gulati SK, Richardson I, Wood JD (2003) Effects of including a ruminally protected lipid supplement in the diet on the fatty acid composition of beef muscle. **British Journal of Nutrition**, 90:709-716.

Silva MMC, Rodrigues MT, Rodrigues CAF, Branco RH, Leão MI, Magalhães ACM, Matos RS (2007) Efeito da suplementação de lipídios sobre a digestibilidade e os parâmetros da fermentação ruminal em cabras leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 36(1):246-256.

Sollenberger LE, Cherney DJR (1995) Evaluating forage production and quality. In: Barnes RF, Miller DA, Nelson CJ. **Forages: the science of grassland agriculture** 97-110.

St John LC.; Lunt DK, Smith SB (1991) Fatty acid elongation and desaturation enzyme activities of bovine liver and subcutaneous adipose tissue microsomes. **Journal of Animal Science**. 69:1064-1073.

Sukhija OS, Palmquist DL (1990) Dissociation of calcium soaps of long-chain fatty acids in rumen fluid. **Journal of Dairy Science**, v. 73, n. 7, p. 1784- 1787, 1990.

Valadares Filho SC (2000) Nutrição, avaliação de alimentos e tabelas de composição de alimentos para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Viçosa, v 37 p.267-337.

Valadares Filho SC, Paulino PVR, Magalhaes KA (2016) **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos** - BR CORTE. 3rd ed. Vicosa, MG:Suprema Grafica Ltda, 142 p.

Valinote AC, Nogueira Filho JCM, Leme PR (2005) Effects of feeding monensin and different sources of fat on the ruminal population of ciliate protozoa in Nelore steers. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1418-1423.

Van Koeveering MT, Gill DR, Owens FN, Dolezal HG, Strasia CA (1995) Effect of time on feed on performance of feedlot steers, carcass characteristics, and tenderness and composition of longissimus muscles. **Journal of Animal Science**. 73:21–28.

Van Soest PJ, Robertson JB (1985) **Analysis of forages and fibrous foods**. Ithaca: Cornell University, 1985. 202p.

Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA (1991) Methods for dietary fiber neutral detergent and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597.

Van Soest PJ (1994) Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

Vasconcelos JT, Galyean ML (2007) Nutritional recommendations of feedlot consulting nutritionists: the 2007 Texas tech university survey. **Journal of Animal Science**, v. 85, n. 10, p. 2772–2781.

Wanapat M, Mapato C, Pilajun R, Toburan W (2011) Effects of vegetable oil supplementation on feed intake, rumen fermentation, growth performance, and carcass characteristic of growing swamp buffaloes. **Livestock Science**, v. 135, n. 1, p. 32-37.

Waters SM, Kelly JP, O'Boyle P, Moloney AP, Kenny DA (2009) Effect of level and duration of dietary n-3 polyunsaturated fatty acid supplementation on the transcriptional regulation of delta9-desaturase in muscle of beef cattle. **Journal of Animal Science**, 87 p., 244–252

Warner CM (2014) **Management strategies for improved production practices to maximize efficiency associated with livestock production**. Colorado State University. Fort Collins, Colorado. 101p.

Wheller TL, Vote D, Leheska JM, Shackelford SD, Wulf DM, Gwartney B, Koohmaraie M (2002) The efficacy of three objective systems for identifying beef cuts that can be guaranteed tender. **Journal of Animal Science**, 80:3315-3327.

Williams CB, BENNETT GL (1995) Application of a computer model to predict optimum slaughter end points for different biological types of feeder cattle. **Journal of Animal Science**, v. 7, p. 2903-2915.

Williams JPG (1981) Catch-up growth. **Journal of Embryology and Experimental Morphology**, v. 65, p. 89-101.

Xu J, Teran-Garcia M, Park JHY, Nakamura MT, Clarke SD (2001) Polyunsaturated fatty acids suppress hepatic sterol regulatory element-binding protein-1 expression by accelerating transcript decay. **Journal Biological Chemistry**, 276:9800-9807.

Zieba DA, Amstalden M, Williams M (2005) Regulatory roles of leptin in reproduction and metabolism: a comparative review. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 29, p. 166-85.

Zinn RA, Shen Y (1996) Interaction of dietary calcium and supplemental fat on digestive function and growth performance in feedlot steers. **Journal of Animal Science**, v. 74, n. 10, p. 2303–2309.

Zinn RA, Gulati SK, Plascencia A, Salinas J (2000) Influence of ruminal biohydrogenation on the feeding value of fat in finishing diets for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, 78: 1738-1746.