

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

**DESEMPENHO PRODUTIVO, COMPORTAMENTO INGESTIVO,
CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA, MORFOMETRIA RUMINAL E CECAL
EM BOVINOS NELORE CONFINADOS SUBMETIDOS A RESTRIÇÃO
NUTRICIONAL OU CONSUMO DE INGREDIENTES CONCENTRADOS
ANTES DO PERÍODO DE ADAPTAÇÃO**

MURILLO CEOLA STEFANO PEREIRA

**Tese apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia como parte das
exigências para obtenção do Título de
Doutor.**

**BOTUCATU - SP
Fevereiro – 2019**

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

**DESEMPENHO PRODUTIVO, COMPORTAMENTO INGESTIVO,
CARACTERÍSTICAS DE CARÇA, MORFOMETRIA RUMINAL E CECAL
EM BOVINOS NELORE CONFINADOS SUBMETIDOS A RESTRIÇÃO
NUTRICIONAL OU CONSUMO DE INGREDIENTES CONCENTRADOS
ANTES DO PERÍODO DE ADAPTAÇÃO**

**MURILLO CEOLA STEFANO PEREIRA
ZOOTECNISTA**

Orientador: Prof. Dr. Mário De Beni Arrigoni

Coorientador: Prof. Dr. Danilo Domingues Millen

**Tese apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia como parte das
exigências para obtenção do Título de
Doutor.**

**BOTUCATU – SP
Fevereiro – 2019**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

P436d Pereira, Murillo Ceola Stefano, 1988-
Desempenho produtivo, comportamento ingestivo, características de carcaça, morfometria ruminal e cecal em bovinos Nelore confinados submetidos a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados antes do período de adaptação / Murillo Ceola Stefano Pereira. - Botucatu: [s.n.], 2019
xv, 104 f.: grafs., tabs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2019
Orientador: Mário De Beni Arrigoni
Coorientador: Danilo Domingues Millen
Inclui bibliografia

1. Nelore (Zebu) - Alimentação e rações. 2. Bovino - Confinamento. 3. Bovino - Produtividade. 4. Bovino - Carcaças. 5. Comportamento alimentar. I. Arrigoni, Mário De Beni. II. Millen, Danilo Domingues. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. IV. Título.

Elaborada por Ana Lucia G. Kempinas - CRB-8:7310

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"

BIOGRAFIA DO AUTOR

MURILLO CEOLA STEFANO PEREIRA – nascido em 01 de Outubro de 1988, na cidade de Presidente Prudente - SP. Coursou o ensino fundamental no Centro Educacional SESI - 423 e médio no Instituto Escolar Fernando Costa ambos em Presidente Prudente. Em Agosto de 2007, ingressou na Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas (UNESP), Campus de Dracena, onde obteve o grau de Zootecnista em Dezembro de 2011. Durante o curso de graduação foi bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC). Em Março de 2012, iniciou o curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal na área de concentração em Produção Animal pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Dracena / Ilha Solteira, onde obteve o grau de Mestre em Ciência e Tecnologia Animal em Fevereiro de 2014. Durante o curso de Mestrado foi bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo 2012/13480-8. Entre o curso de Mestrado e Doutorado foi bolsista de Treinamento Técnico 3 (TT-III) da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo 2014/12015-5. Em Fevereiro de 2015, iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia na área de concentração de Nutrição e Alimentação Animal pela Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (UNESP), Campus de Botucatu. Durante o curso de Doutorado foi bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo 2015/00106-9 com período sanduíche na Texas Tech University (Lubbock - Texas - Estados Unidos) com Bolsa Estágio de Pesquisa no Exterior (BEPE) da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo 2017/05316-7, sendo que em fevereiro de 2019 submeteu sua Tese de Doutorado à banca examinadora.

Aos meus familiares, em especial meus pais Wilson e Ivone, por sempre acreditarem em minha capacidade, pelo apoio, investimento e amor incondicional, pois a única forma de educar é ser o próprio exemplo. Sem a ajuda de todos vocês jamais chegaria até aqui!

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a Deus por ter me dado saúde, força de vontade e paixão pela Zootecnia para enfrentar todos os desafios durante toda minha jornada.

Aos meus pais, Wilson e Ivone, que são tudo em minha vida e que me deram o que deve ser passado aos filhos, amor, educação e dedicação, exemplos de vida e pessoas. Muito obrigado pela confiança e investimento de todos esses anos.

À minha irmã Priscilla, que mesmo sem perceber sempre me influenciou pela busca constante de conhecimento.

Ao Prof. Dr. Mário De Beni Arrigoni, pela orientação, pelas oportunidades oferecidas e, sobretudo, pelo grande exemplo de profissionalismo, que mesmo distante, sempre esteve perto.

Ao Prof. Dr. Danilo Domingues Millen, pela amizade, extrema confiança, abertura, companheirismo e conselhos. Gostaria de dividir todos os méritos da condução deste trabalho com você. Muito obrigado por ter contribuído e continuar contribuindo para o meu crescimento profissional.

Ao Prof. Dr. Marco Aurélio Factori, pela amizade, pelos conselhos, exemplo de humildade e profissionalismo.

Aos Prof. Dr. Bradley J. Johnson e Dr. Jhones O. Sarturi da Texas Tech University, vocês me permitiram aprender sobre novas áreas da Zootecnia. Obrigado pela oportunidade de trabalhar para o meu crescimento pessoal e profissional. *“Dr. Johnson and Dr. Sarturi you have allowed me to learn about areas of animal science that I had never entertained before. Thank you for the opportunity to work towards my personal and professional growth.”*

Aos meus amigos da Texas Tech University Jongkyoo Kim, Kimberly B. Wellmann, Zachary K. Smith, Philip Urso, Jessica O. Baggerman, Lucas Kondratovich, Joel Dustin Sugg, Carly Hoffmann, Nathan Reeves e Yu Liang por dividirem experiências, me ajudarem com o idioma inglês e por me mostrarem um pouco da cultura do Texas. *“I would like to thank my Texas Tech University friends Jongkyoo Kim, Kimberly B. Wellmann, Zachary K. Smith e Philip Urso, Lucas Kondratovich, Joel*

Dustin Sugg, Carly Hoffmann, Nathan Reeves and Yu Liang for sharing experiences, helping me with the English and for showing me Texas culture.”

Ao meu amigo de todas as horas André Nagatani, meu grande parceiro de aulas, experimentos, viagens, festas e de república. Estamos junto sempre meu amigo!

À toda equipe do Prof. Dr. Danilo D. Millen em especial Osvaldo. A. Sousa, Ana C. J. Pinto, Gustavo P. Bertoldi, Laís. A. Tomaz, Anderson A. Santos, João V. T. Dellaqua, Daniel H. Watanabe, Ana L. J. Lelis, Ariany F. Toledo, Alice H. Assumpção, Alan. C. Melo, Antônio M. Silvestre, Rogério R. Ferreira Filho, Evandro Dias, Carlos H. Soares, Beatriz Q. Reis, Pedro F. Santi, Mariana M. Squizatti, Sophia C. Dondé, Milena M. Ferreira, Lucas F. Oliveira, sem a ajuda de vocês esse trabalho não teria terminado.

Ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (UNESP), Campus de Botucatu, em especial a Ellen C. Guilhen e Cláudia Cristina Moreci por toda ajuda e suporte durante o curso.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas (UNESP), Campus de Dracena, por ser o berço de minha formação acadêmica e a todos os técnicos e companheiros envolvidos Fernando, Alan, Adriano, Zé Nilton, Fábio, João Paulo, Arnaldo e Adriano pela forma profissional que encararam este desafio.

À República K-baret, “mais do que uma república, uma família”.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP, pelas bolsas de estudo (Processo 2015/00106-9 e 2017/05316-7).

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

À todos que não foram citados aqui e que, de alguma forma ou outra, deram sua contribuição para que essa tese fosse concluída.

MUITO OBRIGADO!

A maior habilidade de um líder é desenvolver habilidades
extraordinárias em pessoas comuns.”
(Abraham Lincoln)

RESUMO

Desempenho produtivo, comportamento ingestivo, características de carcaça, morfometria ruminal e cecal em bovinos Nelore confinados submetidos a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados antes do período de adaptação

O estudo foi conduzido no confinamento da Universidade Estadual Paulista, Campus de Dracena, com o objetivo de avaliar o efeito da restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados antes do período de adaptação sobre o tempo de adaptação, desempenho produtivo, comportamento ingestivo, características de carcaça, morfometria ruminal e cecal em bovinos Nelore confinados. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 8 repetições (4 animais/baia), em que 96 bovinos machos, não castrados, da raça Nelore, com peso vivo (PV) médio inicial de $365,52 \pm 39,19$ kg, foram alimentados em 24 baias de acordo com os tratamentos: Restrição (feno de Tifton restrito a 1,4% do PV + mineral); Controle (feno de Tifton *ad libitum* + mineral) e Concentrado (feno de Tifton *ad libitum* + 0,5% do PV de ingredientes concentrados + mineral). A duração do experimento foi de 144 dias, divididos em 2 fases: 32 dias de pré-adaptação, em que os tratamentos foram aplicados e 112 dias de alimentação de alta energia (confinamento), onde os animais foram alimentados com a mesma dieta. Ao final da fase de pré-adaptação, um animal por baia foi abatido ($n = 24$) para avaliações de carcaça, rúmen e ceco, os 72 animais restantes foram abatidos após 112 dias. Não foi observado ($P > 0,10$) efeito dos tratamentos para período de adaptação, o qual foi em 14 dias. Animais submetidos ao consumo de concentrado apresentaram maior ($P < 0,10$) PV final, ganho de peso diário (GPD), consumo de matéria seca (CMS), peso de carcaça quente (PCQ), rendimento de carcaça quente, deposição de gordura subcutânea e de garupa e melhor conversão alimentar (CA) e eficiência alimentar (EA) durante a fase de pré-adaptação. Entretanto, durante a fase de alimentação de alta energia, animais submetidos a restrição alimentar apresentaram melhor ($P < 0,10$) GPD, CMS, CA, EA, número médio de papilas e área de superfície absorptiva do que animais no tratamento controle. Animais submetidos a restrição alimentar ou consumo de concentrado tiveram maior ($P < 0,10$) PCQ final,

deposição de gordura subcutânea, de garupa e ganho de área de olho de lombo do que animais no tratamento controle no final da fase de confinamento. A restrição nutricional ou o fornecimento de ingredientes concentrados antes do período de adaptação não afetaram o período de adaptação e a restrição nutricional em 1,4% do PV por 32 dias melhorou o desempenho produtivo, características de carcaça e morfometria ruminal em bovinos Nelore confinados.

Palavras-chave: ganho compensatório, papila, período, rúmen, Zebu

ABSTRACT

Feedlot performance, feeding behavior, carcass characteristics, rumen and cecum morphometric of Nellore cattle submitted to either nutritional restriction or intake of concentrate feedstuffs before beginning the adaptation period

The study, conducted at São Paulo State University feedlot, Dracena campus, Brazil, was designed to evaluate the effects of either nutritional restriction or intake of concentrate feedstuffs before beginning the adaptation period on days to adapt, feedlot performance, feeding behavior, carcass characteristics, rumen and cecum morphometric of Nellore cattle. The experiment was designed as a completely randomized block, replicated 8 times (4 animals/pen), in which 96 Nellore bulls with initial body weight (BW) 365.52 ± 39.19 kg, were fed in 24 pens according to the treatments: Restriction (Tifton hay fed at 1.4% of BW + mineral supplement); Control (Tifton hay fed *ad libitum* + mineral supplement) and Concentrate (Tifton hay fed *ad libitum* + 0.5% of BW of a mix of concentrate feedstuffs and mineral supplement). This study lasted 144-d, divided into 2 periods: 32-d of pre-adaptation, in which cattle were submitted to the treatments previously described, and 112-d of feeding high-concentrate diets, where cattle were fed the same diets. At the end of pre-adaptation period, one animal per pen was slaughtered ($n = 24$) for carcass, cecum and rumen evaluations, and the remaining 72 animals were harvested after 112-d of feeding high-concentrate diets. No significant ($P > 0.10$) treatment effect was observed for days to adapt to finishing diet, that was 14 days. Cattle submitted to intake of concentrate had greater ($P < 0.10$) final BW, average daily gain (ADG), dry matter intake (DMI), hot carcass weight (HCW), dressing percentage, 12th rib and *Biceps femoris* fat thickness, and also better feed to gain ratio (F:G) and gain to feed ratio (G:F) than cattle on control group at the pre-adaptation period. However, cattle submitted to nutritional restriction had greater ($P < 0.10$) ADG, DMI, F:G, G:F, number of papillae and absorptive surface area than cattle on control group at the feeding high-concentrate diets period. Cattle submitted to nutritional restriction or intake of concentrate feedstuffs had greater ($P < 0.10$) final HCW, 12th rib and *Biceps femoris* fat thickness and *longissimus* muscle area gain than cattle on control group at the end feeding high-concentrate diets period. Either nutritional restriction or

intake of concentrate feedstuffs before beginning the adaptation period did not affect the adaptation period and nutritional restriction in 1.4% of BW over 32 days improved feedlot performance, carcass characteristics and rumen morphometric of Nellore cattle.

Key-words: compensatory growth; papillae; period; rumen; Zebu

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Grau de instrução dos nutricionistas de bovinos de corte confinados no Brasil e Estados Unidos.	28
Figura 2. Prática profissional dos nutricionistas de bovinos de corte confinados no Brasil e Estados Unidos.	28
Figura 3. Número de animais confinados atendidos pelos nutricionistas de bovinos de corte confinados no Brasil e Estados Unidos.	29
Figura 4. Peso vivo médio inicial de bovinos de corte confinados no Brasil e Estados Unidos.	29
Figura 5. Peso vivo médio final de bovinos de corte confinados no Brasil e Estados Unidos.	30
Figura 6. Tempo médio em alimentação utilizados pelos nutricionistas de bovinos de corte confinados no Brasil e Estados Unidos.	30
Figura 7. Protocolos de adaptação utilizados pelos nutricionistas de bovinos de corte confinados no Brasil e Estados Unidos.	31
Figura 8. Período de adaptação médio utilizados pelos nutricionistas de bovinos de corte confinados no Brasil e Estados Unidos.	31
Figura 9. Fontes de grãos utilizados pelos nutricionistas de bovinos de corte confinados no Brasil e Estados Unidos.	32
Figura 10. Inclusão média de grãos em dietas de terminação utilizados pelos nutricionistas de bovinos de corte confinados no Brasil e Estados Unidos.	32
Figura 11. Métodos de processamento de grãos utilizados pelos nutricionistas de bovinos de corte confinados no Brasil e Estados Unidos.	33
Figura 12. Energia líquida de ganho (ELg) média em dietas de terminação utilizada pelos nutricionistas de bovinos de corte confinados no Brasil e Estados Unidos.	33
Figura 13. Inclusão média de forragens em dietas de terminação utilizados pelos nutricionistas de bovinos de corte confinados no Brasil e Estados Unidos.	34
Figura 14. Fontes de forragens utilizadas pelos nutricionistas de bovinos de corte confinados no Brasil e Estados Unidos.	34
Figura 15. Fontes de proteína utilizadas pelos nutricionistas de bovinos de corte confinados no Brasil e Estados Unidos.	35

Figura 16. Fontes de gordura utilizadas pelos nutricionistas de bovinos de corte confinados no Brasil e Estados Unidos.....	35
Figura 17. Inclusão média de gordura, proteína bruta (PB), proteína degradável do rúmen (PDR) e ureia em dietas de terminação utilizados pelos nutricionistas de bovinos de corte confinados no Brasil e Estados Unidos.	36
Figura 18. Recomendações de aditivos alimentares em dietas de terminação utilizados pelos nutricionistas de bovinos de corte confinados no Brasil e Estados Unidos.....	36
Figura 19. Esquema do protocolo de adaptação em escada (step up), no qual são utilizadas 2 rações de adaptação até se atingir o nível de concentrado desejado da ração de terminação.	44
Figura 20. Esquema do protocolo de uma única dieta contendo menos energia do que a dieta de terminação.	44
Figura 21. Esquema do protocolo de adaptação por restrição, no qual apenas a ração de terminação é utilizada, com aumento médio diário de 0,328 kg de MS.	45
Figura 22. Esquema do protocolo de adaptação de mistura de duas rações, no qual são utilizadas apenas 2 rações até se atingir o nível de concentrado desejado da dieta de alto concentrado.	45
Figura 23. Representação do crescimento contínuo e crescimento restrito, completo (I) ou parcial (II).....	53
Figura 24. Média do consumo de matéria seca em kg dos tratamentos (restrição, controle e concentrado) durante a fase de pré-adaptação.....	88
Figura 25. Média do consumo de matéria seca em porcentagem do peso vivo dos tratamentos (restrição, controle e concentrado) durante a fase de pré-adaptação.....	89
Figura 26. Interação entre tratamentos e fases sobre área média de papilas de bovinos Nelore submetidos a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados antes do período de adaptação (n = 24; EPM = 0,0245).	99
Figura 27. Interação entre tratamentos e fases sobre a espessura da camada de queratina de bovinos Nelore submetidos a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados antes do período de adaptação. (n = 24; EPM =0,453).	100
Figura 28. Interação entre tratamentos e fases sobre o índice mitótico de bovinos Nelore submetidos a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados antes do período de adaptação. (n = 24; EPM = 0,366).	101

Figura 29. Interação entre tratamentos e fases sobre o escore de ceco de bovinos Nelore submetidos a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados antes do período de adaptação. (n = 24; EPM = 0,395). 102

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição nutricional dos ingredientes fornecidos aos bovinos Nelore durante o período experimental (fases de pré-adaptação e confinamento).....	90
Tabela 2. Composição e conteúdo nutricional das dietas experimentais fornecidas aos bovinos Nelore durante a fase de pré-adaptação (32 dias).....	91
Tabela 3. Composição e conteúdo nutricional das dietas experimentais fornecidas aos bovinos Nelore durante a fase de confinamento (112 dias).	92
Tabela 4. Desempenho produtivo e características de carcaça de bovinos Nelore (96 animais) submetidos a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados durante a fase de pré-adaptação (32 dias).	93
Tabela 5. Desempenho produtivo e características de carcaça de bovinos Nelore (72 animais) submetidos a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados antes do período de adaptação durante a fase de confinamento (112 dias).	94
Tabela 6. Comportamento ingestivo e seletividade da dieta de bovinos Nelore (96 animais) submetidos a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados durante a fase de pré-adaptação.	95
Tabela 7. Comportamento ingestivo e seletividade da dieta de bovinos Nelore (72 animais) submetidos a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados antes do período de adaptação durante a fase de confinamento no período de adaptação.	96
Tabela 8. Comportamento ingestivo e seletividade da dieta de bovinos Nelore (72 animais) submetidos a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados antes do período de adaptação durante a fase de confinamento no período de terminação.....	97
Tabela 9. Morfometria ruminal e cecal de bovinos Nelore (96 animais) submetidos a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados antes do período de adaptação.....	98

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....	16
1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	17
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 Evolução do confinamento de bovinos de corte	18
2.1.1 Evolução do confinamento de bovinos de corte no Brasil	18
2.1.2 Evolução do confinamento de bovinos de corte nos Estados Unidos	22
2.1.3 Comparativo entre confinamentos de bovinos de corte no Brasil e Estados Unidos...	24
2.2 Adaptação a dietas de confinamento	37
2.2.1 Períodos de adaptação	37
2.2.2 Processamento de grãos em função do período de adaptação	39
2.2.3 Protocolos de adaptação	40
2.2.4 Grupos genéticos em função do período de adaptação	46
2.2.5 Aditivos alimentares em função do período de adaptação	47
2.3 Ganho compensatório em bovinos de corte	48
2.4 Acidose ruminal	54
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
CAPÍTULO 2.....	63
1. INTRODUÇÃO	64
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	65
3. RESULTADOS.....	73
4. DISCUSSÃO.....	78
5. CONCLUSÃO	83
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
CAPÍTULO 3.....	103
1. IMPLICAÇÕES	104

CAPÍTULO 1

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O período de adaptação é um dos momentos mais estressantes da vida de bovinos de corte em confinamento. Este período deve ser bem planejado e manejado, porque ocorrerá uma transição a partir de uma dieta que contém alta concentração de carboidratos fibrosos, tipicamente de animais em regime de pastagem, para dietas que contém alta concentração de carboidratos não fibrosos, tipicamente de animais em regime de confinamento.

Para que essa mudança na alimentação ocorra, é necessária uma mudança gradual nos microrganismos ruminais que digerem carboidratos fibrosos (celulose e hemicelulose) para microrganismos que degradam carboidratos não fibrosos (amido). Além de adaptar os microrganismos ruminais, ainda é necessário adaptar o epitélio ruminal, para que este consiga absorver as grandes concentrações de ácidos graxos de cadeia curta (**AGCC**) que serão produzidos nesta nova fase.

Toda essa mudança, na população microbiana e na fisiologia ruminal requer tempo. De acordo com Brown, Ponce e Pulikani (2006), os microrganismos ruminais levam de 2 a 3 dias para se adaptarem aos novos substratos que serão fermentados no rúmen, porém, o epitélio ruminal precisa de um tempo maior, aproximadamente de 5 a 7 dias em média, para se adaptar à nova carga de AGCC que serão produzidos neste novo período.

Um período de adaptação bem conduzido é crucial para o desenvolvimento apropriado do animal, para prevenir distúrbios nutricionais como a acidose e os problemas decorrentes como laminites e timpanismo, que são os principais problemas de ordem nutricional que acometem os bovinos de corte confinados no Brasil (OLIVEIRA e MILLEN, 2014), o que causa perdas de desempenho e consequentemente prejuízos econômicos.

As mudanças, tanto na população ruminal quanto na fisiologia animal acontecem de forma rápida, em média uma semana. Contudo, segundo Brown, Ponce e Pulikani (2006), bovinos de corte não devem ser adaptados em menos de 14 dias, porque isso pode impactar negativamente o desempenho produtivo. Por outro lado, o período de adaptação não deve representar mais de 20% do tempo total de alimentação, pois os animais poderiam ter o desempenho prejudicado devido ao menor consumo da ração de terminação, ou ainda, aumentar o custo de produção, uma vez que, estes precisariam

permanecer por mais tempo no confinamento, para atingir o peso final desejado (BROWN; PONCE e PULIKANI, 2006).

Outro ponto que deve ser destacado na realidade brasileira é que basicamente existem três “tipos” de animais que chegam aos confinamentos comerciais com base no seu sistema de recria. Existem bovinos oriundos de sistemas com mais tecnologias onde os animais são recriados recebendo suplemento com base em ingredientes concentrados. Porém, também existem animais que chegam aos confinamentos vindos de sistema de pastagem com oferta de alimento incapaz de suprir os requerimentos para manutenção, ou seja, restritos nutricionalmente, e ainda existem aqueles que entram no confinamento oriundos de um bom manejo de pastagem, que possuem pasto a vontade, porém, recebem apenas suplementação mineral.

Entretanto, bovinos provindos dos três históricos nutricionais descritos acima, são adaptados da mesma forma na chegada aos confinamentos comerciais. Sabendo que existem diferenças tanto na população de microrganismos ruminais quanto na fisiologia animal, esse tema se torna um novo e amplo campo para pesquisa, o que pode gerar importantes respostas para o meio científico e comercial, além de propor avanços metodológicos, dentro de um tema tão importante no cenário da pecuária brasileira.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Evolução do confinamento de bovinos de corte

A seguir, serão retratados a evolução no perfil dos nutricionistas e práticas de manejo que envolvem confinamentos de bovinos de corte no Brasil e nos Estados Unidos.

2.1.1 Evolução do confinamento de bovinos de corte no Brasil

O objetivo deste tópico é contextualizar e mostrar os avanços técnicos e de manejo ocorridos nos confinamentos brasileiros entre 2009 e 2015. Para isso, foram utilizados três levantamentos feitos nos anos de 2009, 2011 e 2015 realizados por Millen et al. (2009), Oliveira e Millen (2014) e Pinto e Millen (2016). Os levantamentos entrevistaram 31, 33 e 33 nutricionistas, abordaram 94, 81 e 83 questões divididas em várias categorias e as respostas obtidas foram com base nas práticas adotadas pelos clientes (confinadores) e recomendadas pelos nutricionistas, respectivamente.

Em relação a natureza prática profissional dos nutricionistas, no ano de 2009 38,7% dos entrevistados trabalhavam em empresas de consultoria, 35,5% trabalhavam em companhia de nutrição, 19,4% trabalhavam como autônomos, 3,2% eram de universidades e 3,2% de centros de pesquisa. Dois anos após, em 2011, aumentou o número de profissionais que trabalhavam em companhia de nutrição (45,5%), diminuíram o número de profissionais que trabalhavam em empresas de consultoria (33,3%) e autônomos (12,1%) e praticamente se manteve o número de profissionais que eram de universidades (6,1%) e centros de pesquisa (3,0%). Contudo, em 2015, se manteve os nutricionistas que trabalhavam em companhias de nutrição (45,5%), aumentou o número de profissionais que trabalhavam em empresas de consultoria (36,4%) e diminuiu ainda mais a quantidade de autônomos (9,1%) e se manteve o número de profissionais que eram de universidades (3,0%) e centros de pesquisa (3,0%). Essa informação é importante para mostrar onde se encontra o campo do mercado de trabalho para o nutricionista de bovinos de corte.

Em relação ao grau de instrução dos nutricionistas, no ano de 2009, 41,9% eram especialistas, 22,6% eram mestres, 19,4% eram doutores, 12,9% possuíam apenas graduação e 3% possuíam Master in Business Administration (MBA). Dois anos após, em 2011, aumentou a quantidade de nutricionistas que eram especialistas (45,4%) e doutores (24,2%) e consequentemente, diminuíram a quantidade de técnicos que eram mestres (18,2%) e possuíam apenas graduação (12,1%). Contudo, em 2015 houve grande aumento na quantidade de técnicos que eram doutores (36,4%) e possuíam MBA (18,2%), consequentemente, houve redução nos técnicos que possuíam apenas mestrado (18,2%), especialização (15,1%) e graduação (9,1%). Essas informações são importantes para mostrar a importância da pós-graduação para a área técnica comercial.

Dos nutricionistas entrevistados em 2009, 51,6% possuíam mais de 10 anos de experiência prática em confinamentos, 16,1% trabalhavam entre 8 a 10 anos, 16,1% trabalhavam entre 5 a 8 anos, 9,7% entre 2 a 5 anos e apenas 6,5% trabalhavam menos de 2 anos. Dois anos após, em 2011, reduziu a quantidade de nutricionistas que trabalhavam mais de 10 anos (42,4%) e aumentou os que trabalhavam entre 8 a 10 anos (18,2%), 5 a 8 anos (18,2%) e 2 a 5 anos (21,2%). Contudo, em 2015 houve grande aumento na quantidade de nutricionistas que trabalhavam mais de 10 anos (75,8%) e consequentemente houve redução nos técnicos que trabalhavam entre 8 a 10 anos

(15,2%), 5 a 8 anos (3,0%) e 2 a 5 anos (6,0%), mostrando que os técnicos estão mais experientes em trabalhar nos confinamentos.

Em relação ao número de animais confinados, atendidos pelos nutricionistas, em 2009 foi confinado um total de 3,16 milhões de animais. Dois anos após, em 2011 houve redução no número de animais, principalmente devido a questões mercadológicas, entre preços de arroba, insumos e falta de bovinos. Contudo, em 2015 houve grande aumento na quantidade de animais terminados no confinamento, 4,29 milhões. Esse aumento de animais confinados, foi um dos pontos de partida para os avanços de manejo de bovinos confinados no Brasil.

Devido ao aumento na quantidade de animais confinados, houve aumento na inclusão de grãos nas dietas, em 2009, 51,5% dos confinamentos usavam dietas entre 51 a 65% de grãos, 22,6% usavam dietas entre 36 a 50% de grãos, 19,4% usavam dietas entre 20 a 35% de grãos e apenas 6,5% usavam dietas entre 66 a 80% de grãos. Dois anos após, em 2011, se manteve a quantidade de confinamentos que usavam entre 51 a 65% de grãos (51,4%), houve redução na quantidade de confinamentos que usavam entre 36 a 50% (18,2%) e 20 a 35% (6,1%) de grãos, aumentou a quantidade de confinamentos que usavam entre 66 a 80% (18,2%) e surgiu confinamentos que utilizaram mais de 81% de grãos (6,1%). Contudo, em 2015 ainda se manteve a quantidade de confinamentos que usavam entre 51 a 65% de grãos (51,5%), entretanto, houve aumento expressivo dos confinamentos que usavam entre 66 a 80% de grãos (30,3%), consequentemente, houve redução nos confinamentos que usavam entre 36 a 50% (15,2%) e nenhum nutricionista entrevistado usou entre 20 a 35% de grãos.

Dietas com maior quantidade de grãos, são menos volumosas, portanto ocupam menos espaço nos vagões e assim diminuem o custo operacional, em 2009, 36,8% dos confinamentos tratavam os animais 5 vezes ou mais por dia, 29,9% tratavam 3 vezes por dia, 19,3% tratavam 4 vezes por dia e 14% tratavam 2 vezes por dia. Dois anos após, em 2011 houve redução na quantidade de confinamentos que tratavam 5 vezes ou mais por dia (30,4%) e 2 vezes por dia (6,1%), entretanto, houve aumento nos confinamentos que tratavam 4 (30,3%) e 3 (33,3%) vezes por dia. Contudo, em 2015 houve aumento expressivo na quantidade de confinamentos que tratavam 4 vezes ao dia (48,5%), reduzindo a quantidade que tratavam 5 vezes ou mais (30,3%), 3 (18,2) e 2 (3%) vezes ao dia.

Aliado a redução no número de tratamentos, houve grande avanço no manejo de distribuição de dietas, em 2009, 54,4% dos confinamentos não controlavam a oferta de alimentos, fazendo o manejo conhecido como “bica corrida” e 45,6% faziam a distribuição programada, que controla a quantidade de alimentos ofertada. Dois anos após, em 2011 o manejo praticamente se manteve, “bica corrida” (46,7%) e distribuição programada (53,3%). Contudo, em 2015 houve aumento significativo dos confinamentos que adotavam a prática de distribuição programada (60,2%) contra 39,8% de “bica corrida”.

Devido a melhora no controle na distribuição das dietas, houve grande redução na quantidade de sobras de cocho, em 2009 48,4% dos confinamentos trabalhavam com sobras entre 1 a 3%, 25,8% trabalhavam com cocho limpo (sem sobras), 19,4% entre 3 a 5% de sobras e 6,5% entre 5 a 10% de sobras. Dois anos após, em 2011 houve grande aumento de confinamentos que trabalhavam entre 1 a 3% de sobras (63,6%), e reduziram os confinamentos que trabalhavam com cocho limpo (18,2%), entre 3 a 5% (15,2) e entre 5 a 10% (3%) de sobras. Contudo, em 2015 houve aumento expressivo dos confinamentos que trabalhavam com cocho limpo (42,4%), devido a esse aumento, houve redução nos confinamentos que trabalhavam entre 1 a 3% (51,5%) e 3 a 5% (6,1%) de sobras.

Outro ponto que deve ser abordado, em relação ao avanço no manejo, devido aos nutricionistas estarem com o grau de instrução maior (mais profissionais especialistas, mestre e doutores), houve grande avanço em relação ao método para análise de fibra. Em 2009 e 2011 os métodos de análise foram muito parecidos, 72,2 e 78,2% dos nutricionistas utilizavam a FDN, 10,4 e 6,6% utilizavam o FDA e 10,4 e 8,8% utilizavam FDN fisicamente efetivo. Contudo, em 2016, houve grande aumento na quantidade de nutricionistas que avaliavam a fibra pelo FDN fisicamente efetivo (48,5%), consequentemente, reduziram os técnicos que avaliavam a fibra pela FDN (45,4%) e FDA (3%).

Em relação aos principais problemas de saúde nos confinamentos e os maiores desafios enfrentados pelos nutricionistas, as respostas foram praticamente unânimes em todos os anos, 2009, 2011 e 2016. O problema de saúde com maior incidência foi problemas respiratórios (56; 40,4 e 51,7%) seguido de acidose (36; 34,4 e 27,6%), respectivamente. E os maiores desafios enfrentados, variaram entre treinamento de

funcionários (63; 51,6 e 26,7%), precisão de maquinários (37; 58,1 e 16,7%) e problemas com gerenciamento (25,9; 6,4 e 46,7%), respectivamente. Essas respostas são um indicativo de onde os técnicos precisam melhorar, abrindo novos campos de pesquisa e treinamento para continuar avançando e aprimorando as técnicas usadas em bovinos de corte confinados.

2.1.2 Evolução do confinamento de bovinos de corte nos Estados Unidos

O objetivo deste tópico é contextualizar e mostrar os avanços técnicos e de manejo ocorridos nos confinamentos dos Estados Unidos entre 2007 e 2015. Para isso, foram utilizados dois levantamentos realizados por Vasconcelos e Galyean (2007) e Samuelson et al., (2016). Os levantamentos entrevistaram 29 e 24 nutricionistas, abordaram 74 e 101 questões divididas em várias categorias e as respostas obtidas foram com base nas práticas adotadas pelos clientes (confinadores) e recomendadas pelos nutricionistas, respectivamente.

Em relação a natureza prática profissional dos nutricionistas, no ano de 2007 65,5% dos entrevistados trabalhavam como autônomos, 24,1% trabalhavam em companhia de nutrição, 6,9% trabalhavam para companhia de nutrição para bovinos e 3,5% como autônomos e também para companhia de nutrição. Contudo, em 2015, 54,2% dos entrevistados trabalhavam como autônomos, 20,8% trabalhavam em companhia de nutrição e 3,5% de como autônomos e também para companhia de nutrição. Em relação ao grau de instrução dos nutricionistas, no ano de 2007, 75,9% dos nutricionistas eram doutores e 24,1% possuíam mestrado. Porém, em 2015, 83,3% nutricionistas eram doutores e 16,7% possuíam mestrado.

Dos nutricionistas entrevistados em 2007, 34,5% possuíam mais de 26 anos de experiência com confinamentos, 27,6% tinham experiência entre 16 e 25 anos, 10,3% trabalhavam entre 11 e 15 anos, 24,1% possuíam entre 5 e 10 anos e apenas 3,5% trabalhava com confinamentos menos de 5 anos. Contudo, em 2015, 37,5% possuíam mais de 26 anos de experiência com confinamentos, 41,7% tinham experiência entre 16 e 25 anos, 12,5% trabalhavam entre 11 e 15 anos, 8,3% possuíam entre 5 e 10 anos.

Em 2007, os nutricionistas foram responsáveis em média por 620.828,00 animais por ano, o que correspondeu a mais de 18 milhões de animais abatidos oriundos de confinamentos, mais de 69% de todos os bovinos confinados nos Estados Unidos

(aproximadamente 26 milhões) com base no USDA estimativas (NASS, 2007). Contudo, em 2015, os nutricionistas foram responsáveis em média por 613,333.00 animais por ano, o que correspondeu a mais de 14 milhões de animais abatidos oriundos de confinamentos, os números mostram que houve uma redução de 7,495.00 animais por nutricionista, quando comparado a 2007.

Em relação ao tipo de grão, em 2007, 100% do nutricionistas entrevistados usaram milho como primeiro tipo de grão sendo a floculação o processamento mais comum em 65,5% dos confinamentos, seguidos por laminado a seco (13,8%), silagem de grão úmido (13,8%) e combinação de laminado a seco e silagem de grão úmido (6,9%) e as dietas de terminação continham entre 80 e 85% de grãos usada em 34,5% dos confinamentos, seguidos de 70 a 80% (31,0%), 60 a 70% (20,7%), 50 a 60% (6,9%) e 85 a 90% (6,9%), respectivamente.

Contudo, em 2015, 87,5% dos nutricionistas usaram milho e 12,5% usaram outros grãos, a floculação também foi o processamento mais usado (70,8%) seguidos por combinação de laminado a seco e silagem de grão úmido (16,7%) e laminado a seco (12,5%). Porém, os resultados relatados para a inclusão de grãos nas dietas de terminação indicam que a proporção de grãos nas dietas de confinamento diminuiu quando comparado a 2007, onde 34,8% dos nutricionistas usaram entre 60 e 70% de grãos, seguidos por 80 a 90% (21,7%), 70 a 80% (17,4%), 50 a 60% (13,0%), maior que 90% (4,3%), 30 a 40% (4,3%) e 20 a 30% (4,3%). Essa redução, pode ser em parte devido ao aumento do uso de coprodutos originados do milho.

Em relação aos coprodutos de grãos usados em dietas de terminação em 2007, 82,8% dos nutricionistas usaram com média de inclusão de 16,5% e os coprodutos mais utilizados foram grãos destilados úmidos (34,5%), grãos destilados secos solúveis (34,5%) seguidos por glúten de milho úmido (17,2%), glúten de milho seco (10,3%) e outros (3,5%). Em 2015, 97,1% dos nutricionistas usaram coprodutos de grãos nas dietas de terminação, porém, quando comparado a 2007 a média de inclusão dos coprodutos de grãos aumentou 17%, com inclusão média de 33,5%. Esse aumento é devido a expansão da indústria de moagem de grãos para a produção de etanol e adoçantes artificiais, tornando os subprodutos de moagem de grãos uma opção viável para o uso na nutrição de bovinos confinados como fonte de energia e proteína (KLOPFENSTEIN et al., 2008). Em 2015 os coprodutos mais utilizados foram grãos

destilados úmidos (70,8%), seguidos por grãos destilados secos (16,7%), glúten de milho úmido (8,3%) e glúten de milho seco (4,17%).

No que diz respeito a inclusão de forragens em dietas de terminação, em 2007 a inclusão média foi de 8,3% variando entre 4,5% (mínimo) e 13,5% (máximo) e as fontes de forragens mais utilizadas foram silagem de milho (41,4%), alfafa (31,0%), outros (10,3%), silagem de sorgo (6,9%), casca de algodão (3,5%), resíduos de algodão (3,5%) e feno (3,5%). Contudo, em 2015, a maioria dos nutricionistas (37,5%) também usaram silagem de milho como principal fonte de forragem nas dietas de terminação, porém, 29,2% dos nutricionistas usaram talos de milho, em 2007 não foi relatado o uso deste alimento, o uso de talos de milho pode refletir as diferenças na localização geográfica dos nutricionistas entrevistados entre essas pesquisas ou talvez o efeito da oferta e do custo na disponibilidade de várias fontes de forragem (GALYEAN e HUBBERT, 2014), 20,8% usaram feno de alfafa, 4,2% silagem de trigo, 4,2% palha de trigo e 4,2% outras fontes.

Como pode ser observado nos levantamentos, não houve grandes mudanças em relação ao perfil e prática dos nutricionistas dos Estados Unidos nos últimos 9 anos, o que pode ser explicado pela a estabilidade mercadológica e consolidação da atividade no país.

2.1.3 Comparativo entre confinamentos de bovinos de corte no Brasil e Estados Unidos

O intuito deste tópico é comparar os sistemas de produção, manejo nutricional e técnicas utilizadas pelos nutricionistas nos confinamentos do Brasil e Estados Unidos. Para isso, foram utilizados os últimos levantamentos realizados por Pinto e Millen (2016) e Samuelson et al., (2016), ambos em 2015.

Em relação ao perfil técnico do nutricionista, 83,3% dos técnicos dos Estados Unidos possuem o título de doutor e 16,7% o título de mestre, por outro lado, no Brasil, apenas 36,4% dos técnicos são doutores, 18,2% são mestres e os 45,4% restantes possuem o título de graduação ou especialização ou MBA ou mestrado e MBA (Figura 1). A maioria dos nutricionistas dos Estados Unidos, 41,5% possuem entre 16 a 26 anos e 37,5% possuem mais de 26 anos de prática profissional, enquanto no Brasil, 75,8% dos técnicos possuem mais de 10 anos (Figura 2). Os nutricionistas dos Estados Unidos

entrevistados foram responsáveis por um total de 14 milhões de animais confinados e os brasileiros por mais de 4,23 milhões (Figura 3).

No que diz respeito ao peso vivo (PV) dos animais, na pesquisa realizada por Pinto e Millen (2016), os autores dividiram os animais por categorias (bezerro, boi, boi castrado, novilha e vaca) e a média de PV inicial foi de 335 kg. Contudo, foi relatado pelos autores que 77,9% dos animais confinados no Brasil foram bois com PV inicial de 387 kg. Na pesquisa realizada por Samuelson et al. (2016), os autores não dividiram a pergunta por categorias como a pesquisa brasileira e a média do PV inicial foi de 318 kg (Figura 4).

Quanto ao PV final, a média dos confinamentos brasileiros foi de 475 kg, porém, como a maioria dos animais confinados foram bois, o PV final para essa categoria foi de 527 kg e para os confinamentos dos Estados Unidos a média do PV final foi de 635 kg (Figura 5). O tempo médio em alimentação nos confinamentos brasileiros foi de 100 dias, novamente, como a maioria dos animais confinados foram bois, o tempo de alimentação para essa categoria foi de 96 dias, diferentemente dos confinamentos dos Estados Unidos, onde o tempo em alimentação médio foi de 201 dias (Figura 6).

Segundo Pinto e Millen (2016), no Brasil, os proprietários de confinamento normalmente alimentam bois porque os mercados brasileiros exigem uma cobertura mínima de gordura (4 mm de gordura nas carcaças) e não dão prêmios para gorduras adicionais, como o marmoreio, ao contrário dos EUA. Além disso, no Brasil não há sistema de classificação de carcaça. Outro fato importante que deve ser levado em consideração em relação aos confinamentos dos Estados Unidos é que segundo Samuelson et al. (2016), 100% dos nutricionistas dos Estados Unidos utilizam programas de implantes hormonais e que 84,8% utilizam β -adrenérgico agonistas, ambos proibidos no Brasil, que são utilizados como melhoradores de desempenho e carcaça.

Em relação a adaptação dos bovinos de corte no confinamento, tanto os nutricionistas do Brasil quanto os dos EUA adotam em sua maioria o protocolo (Figura 7) step up (57.6 e 56.3%, respectivamente), seguidos, no Brasil por dieta com menos energia (30.3%), restrição (6.1%), mistura de duas dietas (6.1%) e nos EUA por mistura de duas dietas (40.6%) e outros protocolos não mencionados na entrevista (3.1%). O período médio de adaptação utilizado no Brasil foi de 16 dias, variando em 5 (mínimo)

e 30 (máximo) dias, nos EUA o período médio foi de 24 dias, variando em 16 (mínimo) e 32 (máximo) dias (Figura 8).

Em relação as fontes de grãos utilizados (Figura 9), 100% dos nutricionistas brasileiros e 87,5% dos nutricionistas dos Estados Unidos usam o milho como principal fonte de grãos nas dietas. A inclusão média de grãos nas dietas de terminação (Figura 10) também foi similar entre os confinamentos brasileiros e dos Estados Unidos, uma vez que 51,5%, 30,3% e 3% dos nutricionistas brasileiros adotam dietas terminação entre 51 a 65%, 66 a 80% e maior que 81% de grãos, respectivamente e 47,8%, 39,1% e 4,3% dos nutricionistas dos Estados Unidos adotam dietas de terminação entre 50 a 70%, 70 a 90% e maior que 90% de grãos, respectivamente.

Contudo, 42,4% e 39,4% dos nutricionistas brasileiros processam os grãos finamente moído e moído grosso, respectivamente, totalmente diferente dos nutricionistas dos Estados Unidos que em sua maioria (70,8%) floculam os grãos (Figura 11). A diferença entre os métodos de processamento dos grãos é um dos principais indicativos do motivo das dietas de terminação utilizadas nos confinamentos dos Estados Unidos serem mais energéticas (1,52 Mcal/kg de MS) do que as dietas dos confinamentos brasileiros (1,27 Mcal/kg de MS; Figura 12).

Apesar da inclusão de grãos na dieta de terminação serem parecidas entre os confinamentos brasileiros e dos Estados Unidos, a inclusão de forragens (Figura 13) nas dietas de terminação do Brasil foi muito superior (20,6%) as dietas dos EUA (9,0%). Esse fato pode ser devido a pergunta sobre a inclusão de grãos ter sido feita em intervalos amplos de inclusão (Exemplo: Brasil “51 a 65%”, intervalo de 15% e EUA “50 a 70%”, intervalo de 20%) o que pode ter contribuído para as inclusões serem parecidas entre os nutricionistas. Apesar da diferença na inclusão de forragens, a silagem de milho foi a fonte de forragem mais recomendada tanto pelos nutricionistas brasileiros quanto pelos nutricionistas dos Estados Unidos (64% e 38%, respectivamente), porém, as outras fontes de forragens foram completamente diferentes (Figura 14).

Não só a maioria das fontes de forragens foram completamente diferentes entre os países como também as fontes de proteína (Figura 15) e gordura (Figura 16). Nos confinamentos brasileiros as fontes proteicas utilizadas pelos nutricionistas foram farelo de soja (69,3%), farelo de algodão (23,1%), farelo de amendoim (3,8%) e torta de

algodão (3,1%), nos confinamentos dos Estados Unidos, 100% dos nutricionistas usam co-produtos de milho. Nos confinamentos brasileiros as fontes de gordura usadas pelos nutricionistas foram caroço de algodão (72,5%), torta de algodão (10,3%), gordura protegida (10,3%) e 6,9% dos nutricionistas não utilizam fontes de gordura, nos confinamentos dos Estados Unidos, 29,2% dos nutricionistas usam sebo, 25% não utilizam fontes de gordura, 25% mistura de gorduras, 16,7% gordura amarela e 4,2% óleo de milho. Uma possível explicação para essas diferenças pode ser devido a diferença entre as produções agrícolas, clima, questões mercadológicas e legislações, uma vez que no Brasil é proibido o fornecimento de produtos de origem animal para ruminantes, entre outros.

No que diz respeito as recomendações de inclusão de gordura, proteína bruta (PB), proteína degradável no rúmen (PDR) e ureia (Figura 17), as inclusões são similares para PB (Brasil: 13,6%; EUA: 13,4%), PDR (Brasil: 9,1%; EUA: 8,2%) e ureia (Brasil: 1,2%; EUA: 1,2%), porém, os nutricionistas brasileiros adotam uma inclusão de gordura maior do que os nutricionistas dos Estados Unidos (5% e 2,8%, respectivamente). Em relação ao uso de aditivos alimentares (Figura 18), o uso de ionóforos é unânime entre os nutricionistas brasileiros e dos Estados Unidos (86,7% e 97,3%, respectivamente). Porém, no levantamento feito por Pinto e Millen (2016) a pergunta foi em relação ao primeiro aditivo alimentar e no levantamento feito por Samuelson et al. (20016) foi ampla, não se referindo a primeira fonte, onde os nutricionistas responderam mais de uma opção, sendo elas: 83,4% usam aditivos para controle de abscessos hepáticos, 59,6% usam probióticos e 43,2% usam para saúde do casco.

Como pode ser observado, existem grandes diferenças entre os sistemas de produção brasileiros e dos Estados Unidos. Contudo, os confinamentos dos Estados Unidos servem como exemplo de produção, uma vez que os EUA são os maiores confinadores de bovinos de corte do mundo e as técnicas utilizadas pelos nutricionistas dos Estados Unidos podem ser usadas e adequadas para a realidade dos confinamentos brasileiros a fim de continuar aumentando a produtividade e rentabilidade da operação no país.

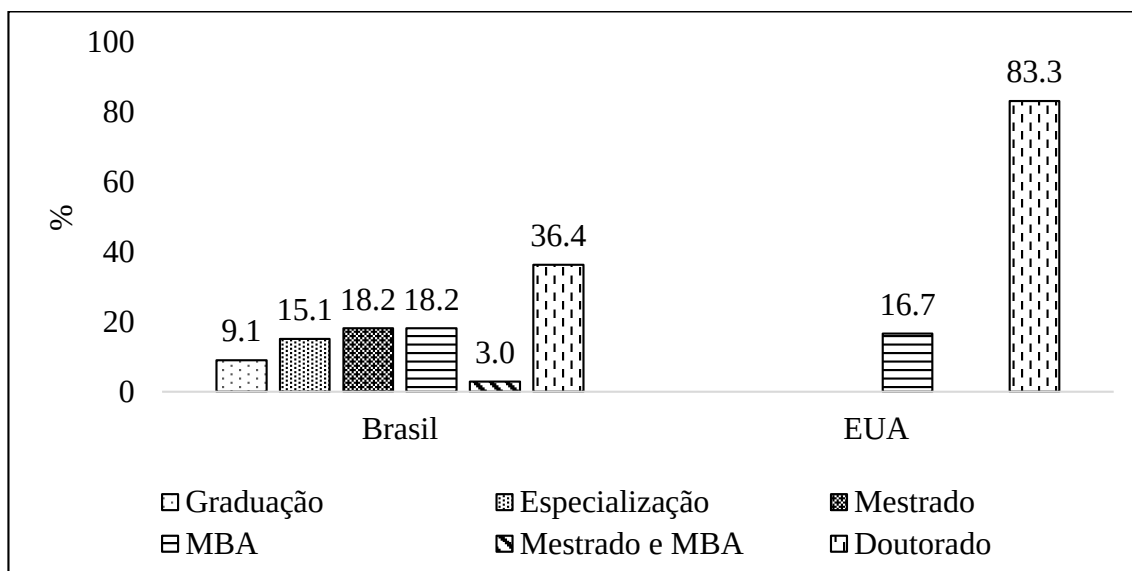


Figura 1. Grau de instrução dos nutricionistas de bovinos de corte confinados no Brasil e Estados Unidos.

Fonte: Pinto e Millen (2016) e Samuelson et al., (2016).

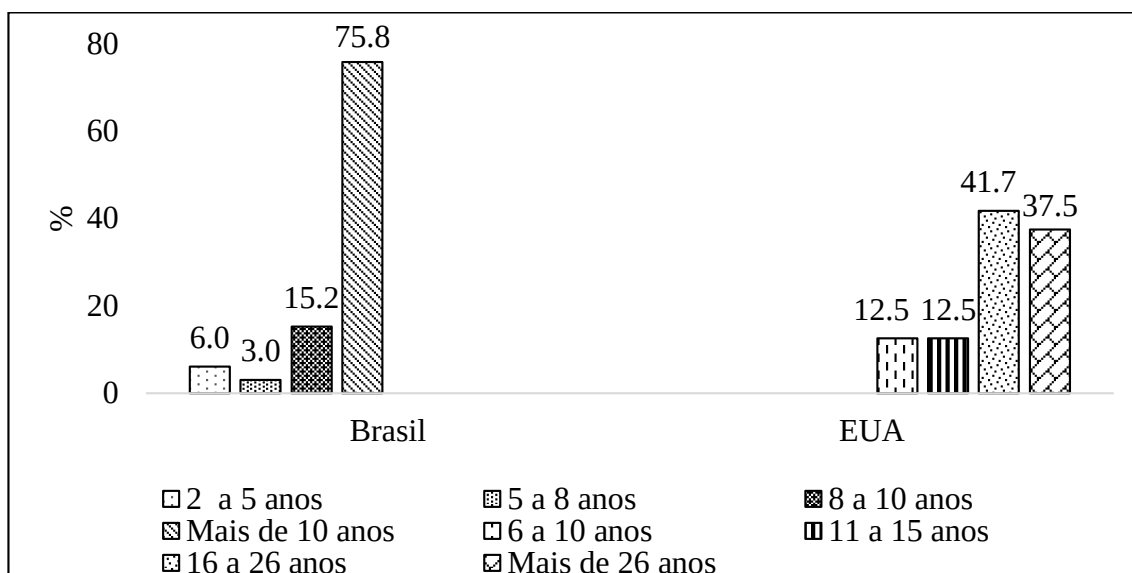


Figura 2. Prática profissional dos nutricionistas de bovinos de corte confinados no Brasil e Estados Unidos.

Fonte: Pinto e Millen (2016); Samuelson et al. (2016).

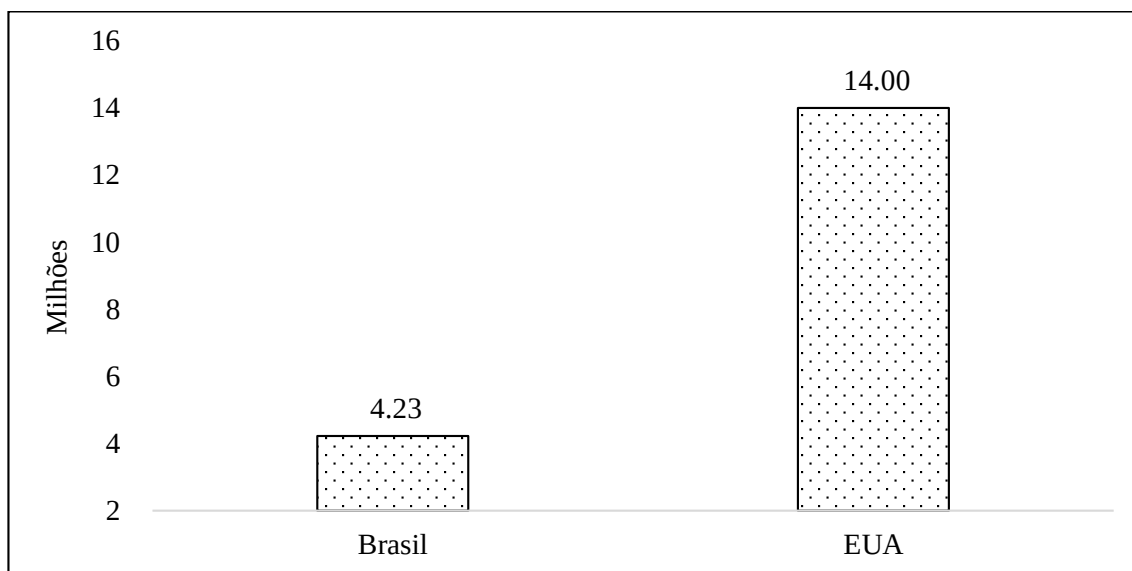


Figura 3. Número de animais confinados atendidos pelos nutricionistas de bovinos de corte confinados no Brasil e Estados Unidos.

Fonte: Pinto e Millen (2016); Samuelson et al. (2016).

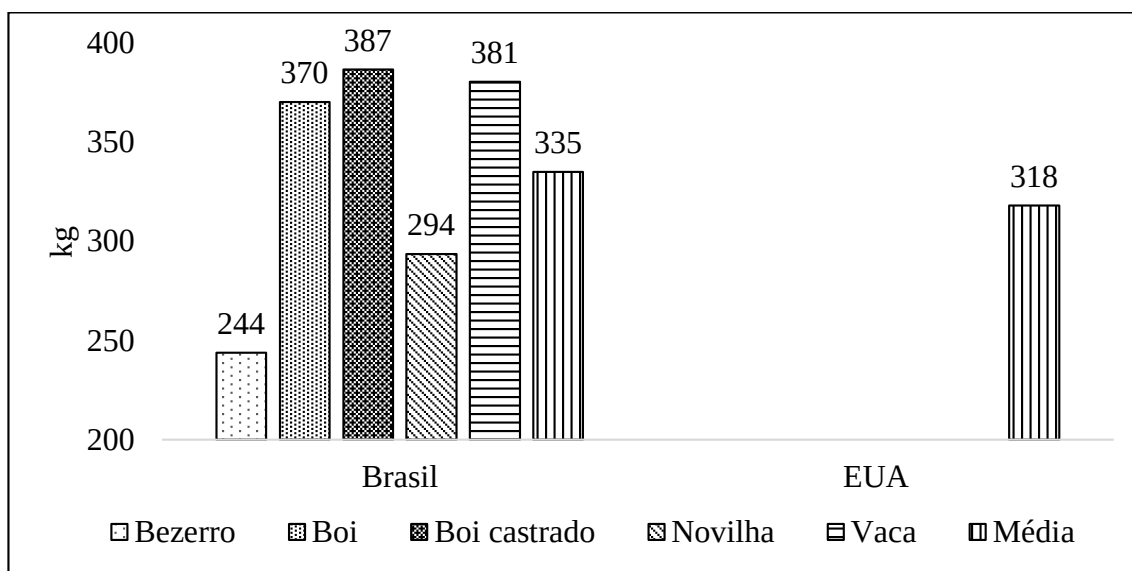


Figura 4. Peso vivo médio inicial de bovinos de corte confinados no Brasil e Estados Unidos.

Fonte: Pinto e Millen (2016); Samuelson et al. (2016).

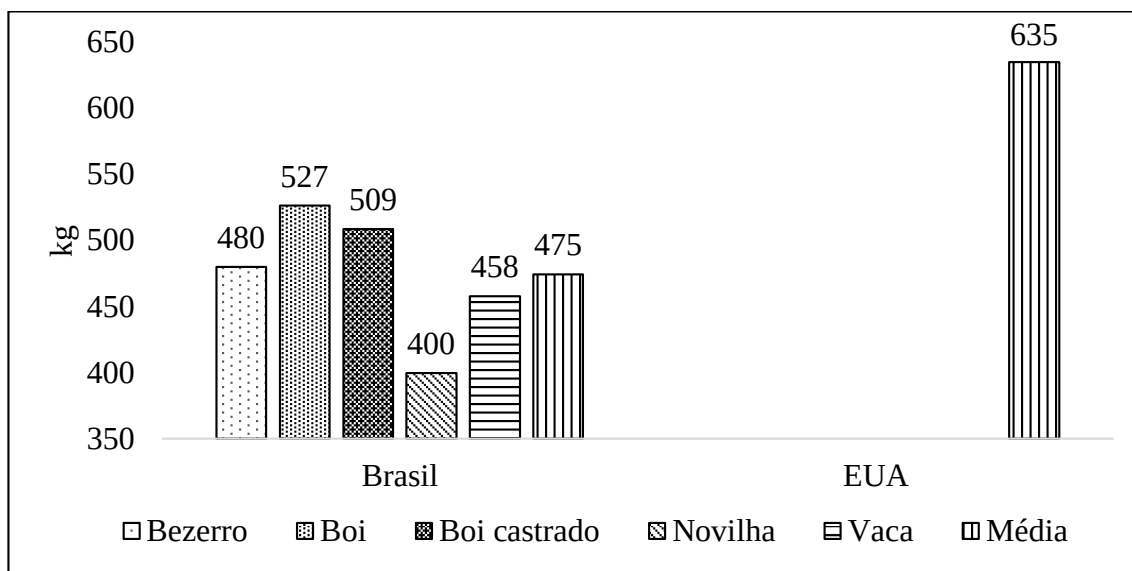


Figura 5. Peso vivo médio final de bovinos de corte confinados no Brasil e Estados Unidos.

Fonte: Pinto e Millen (2016); Samuelson et al. (2016).

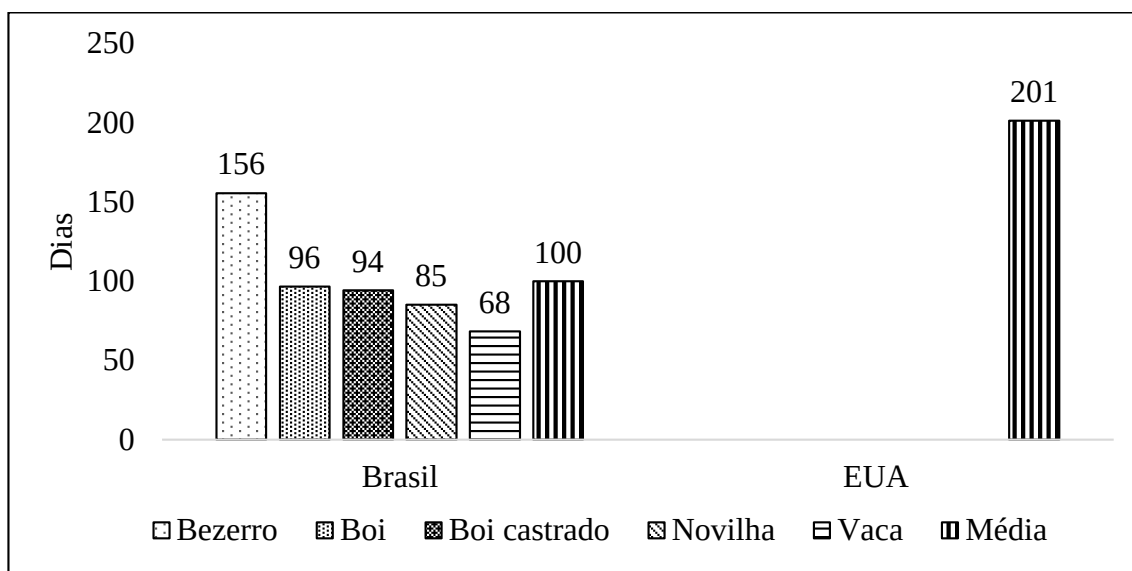


Figura 6. Tempo médio em alimentação utilizados pelos nutricionistas de bovinos de corte confinados no Brasil e Estados Unidos.

Fonte: Pinto e Millen (2016); Samuelson et al. (2016).

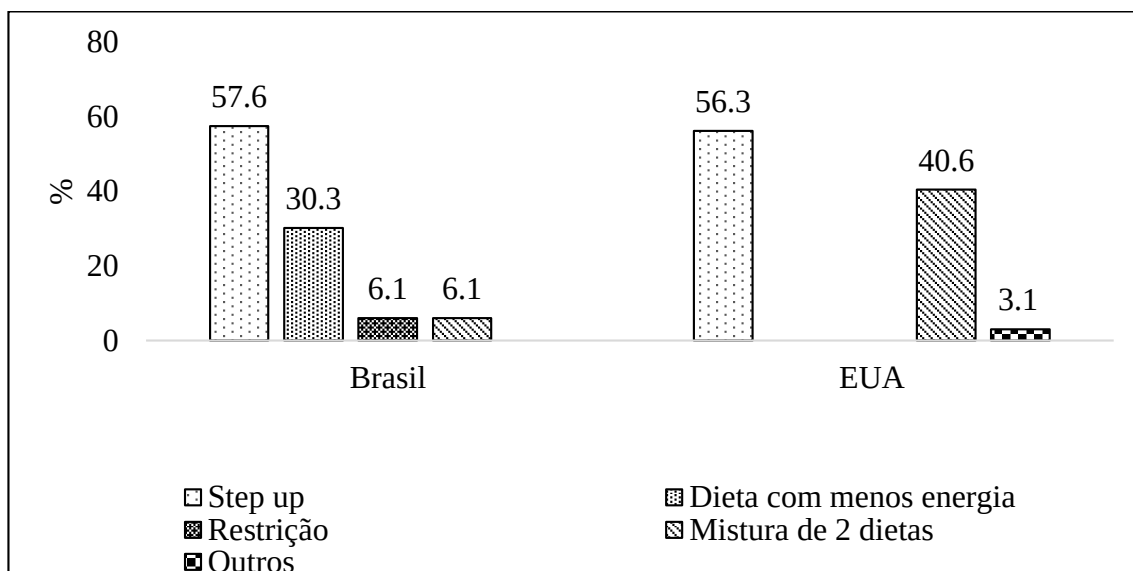


Figura 7. Protocolos de adaptação utilizados pelos nutricionistas de bovinos de corte confinados no Brasil e Estados Unidos.

Fonte: Pinto e Millen (2016); Samuelson et al. (2016).

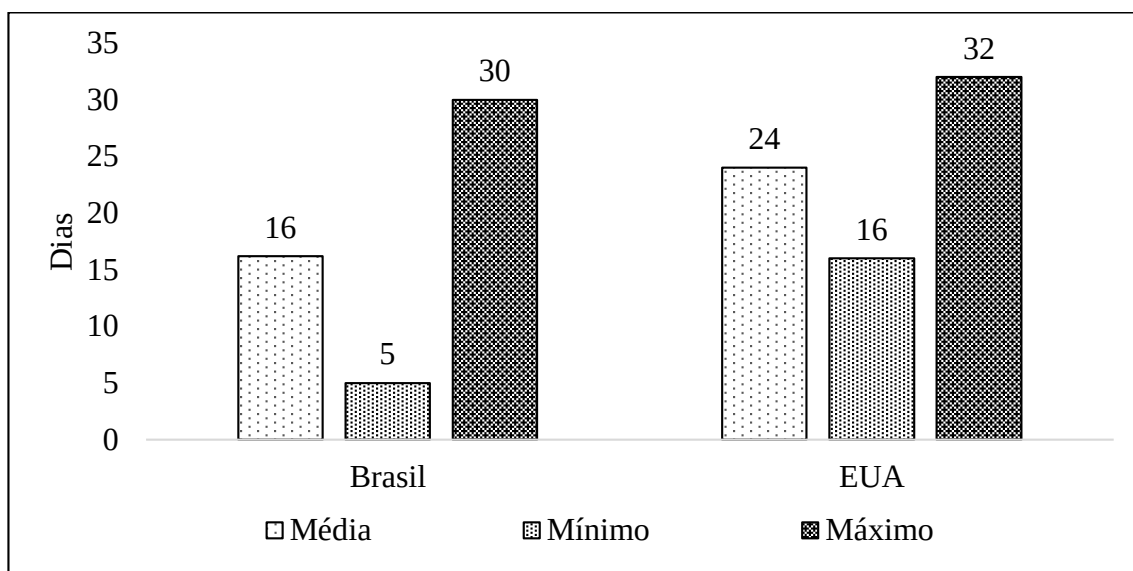


Figura 8. Período de adaptação médio utilizados pelos nutricionistas de bovinos de corte confinados no Brasil e Estados Unidos.

Fonte: Pinto e Millen (2016); Samuelson et al. (2016).

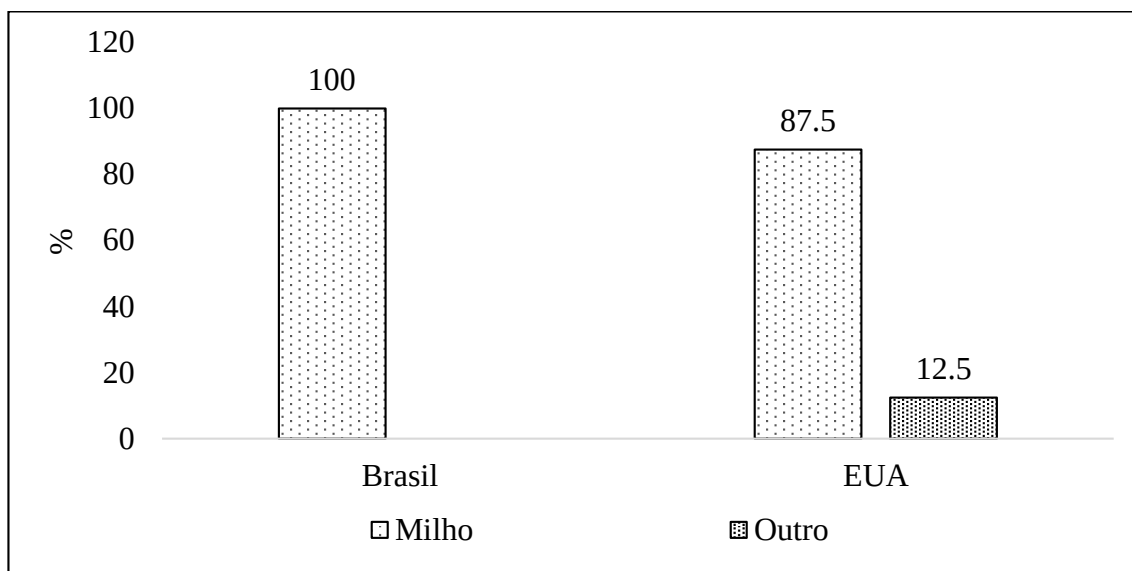


Figura 9. Fontes de grãos utilizados pelos nutricionistas de bovinos de corte confinados no Brasil e Estados Unidos.

Fonte: Pinto e Millen (2016); Samuelson et al. (2016).

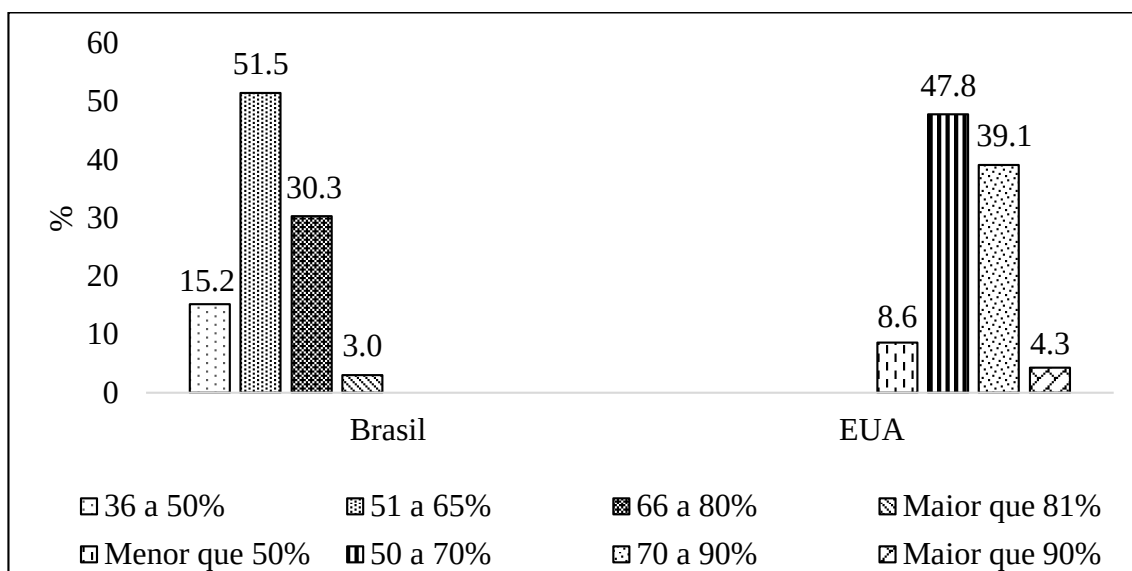


Figura 10. Inclusão média de grãos em dietas de terminação utilizados pelos nutricionistas de bovinos de corte confinados no Brasil e Estados Unidos.

Fonte: Pinto e Millen (2016); Samuelson et al. (2016).

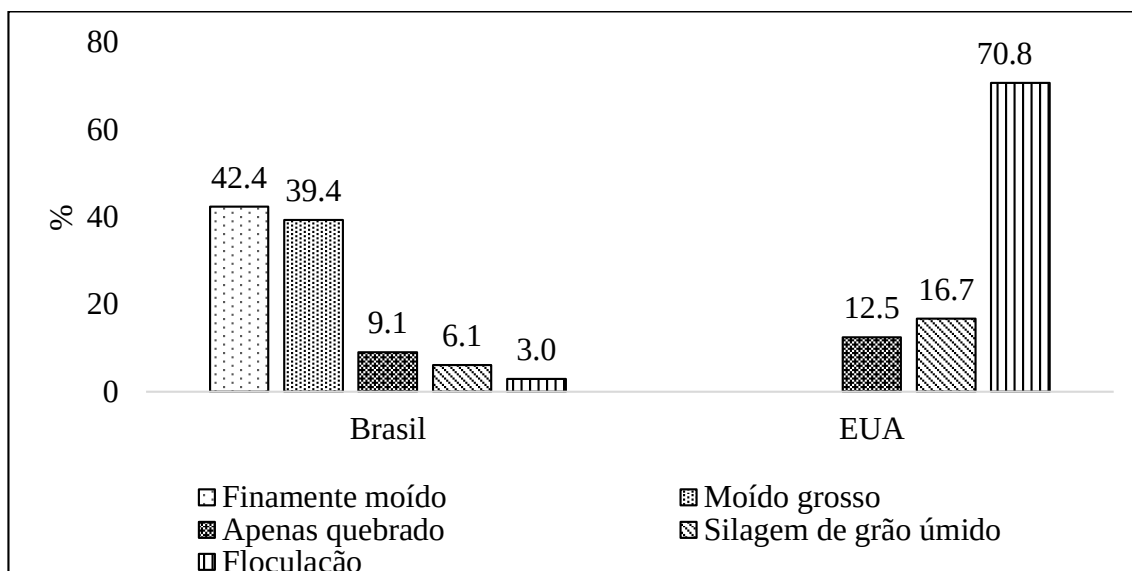


Figura 11. Métodos de processamento de grãos utilizados pelos nutricionistas de bovinos de corte confinados no Brasil e Estados Unidos.

Fonte: Pinto e Millen (2016); Samuelson et al. (2016).

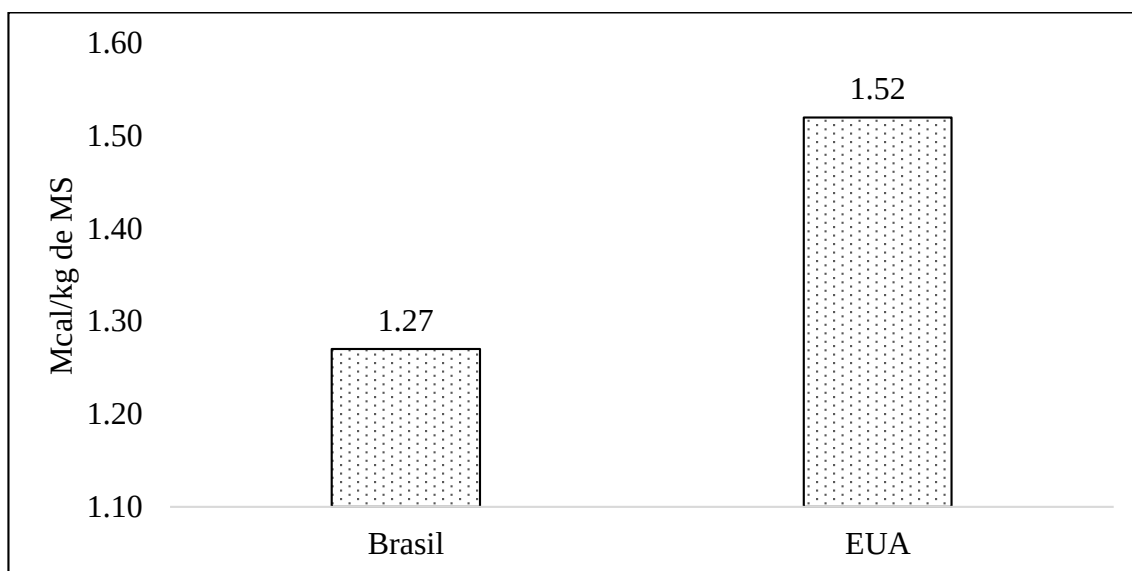


Figura 12. Energia líquida de ganho (ELg) média em dietas de terminação utilizada pelos nutricionistas de bovinos de corte confinados no Brasil e Estados Unidos.

Fonte: Pinto e Millen (2016); Samuelson et al. (2016).

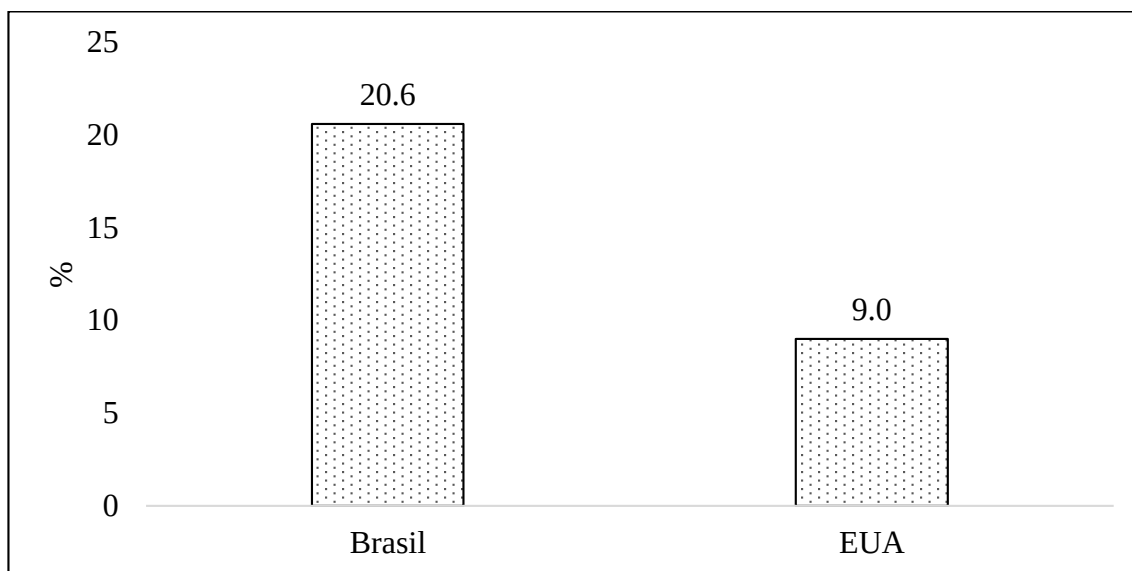


Figura 13. Inclusão média de forragens em dietas de terminação utilizados pelos nutricionistas de bovinos de corte confinados no Brasil e Estados Unidos.

Fonte: Pinto e Millen (2016); Samuelson et al. (2016).

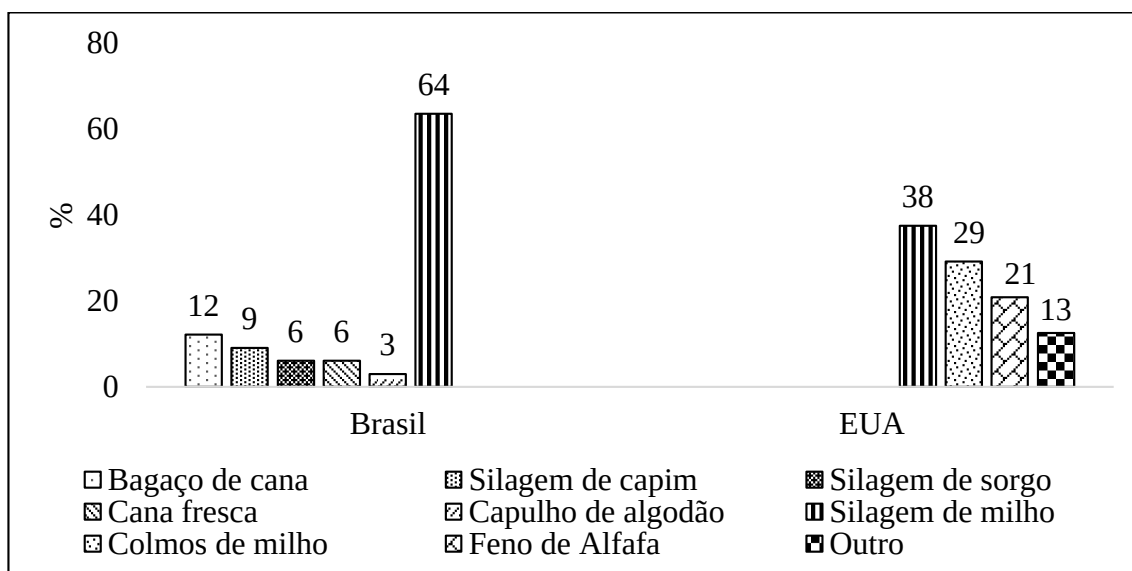


Figura 14. Fontes de forragens utilizadas pelos nutricionistas de bovinos de corte confinados no Brasil e Estados Unidos.

Fonte: Pinto e Millen (2016); Samuelson et al. (2016).

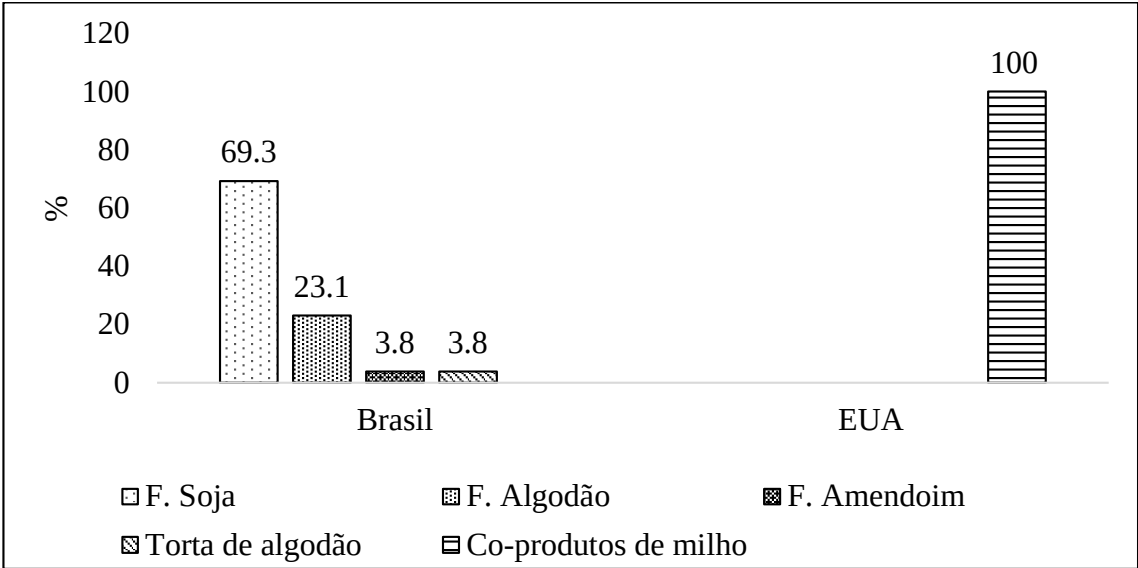


Figura 15. Fontes de proteína utilizadas pelos nutricionistas de bovinos de corte confinados no Brasil e Estados Unidos.

Fonte: Pinto e Millen (2016); Samuelson et al. (2016).

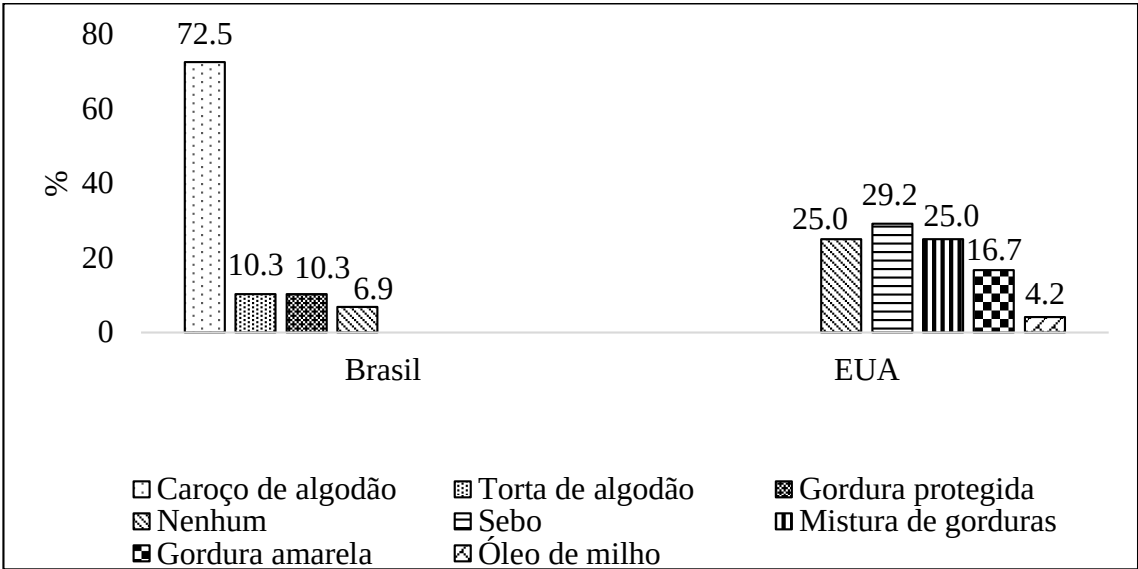


Figura 16. Fontes de gordura utilizadas pelos nutricionistas de bovinos de corte confinados no Brasil e Estados Unidos.

Fonte: Pinto e Millen (2016); Samuelson et al. (2016).

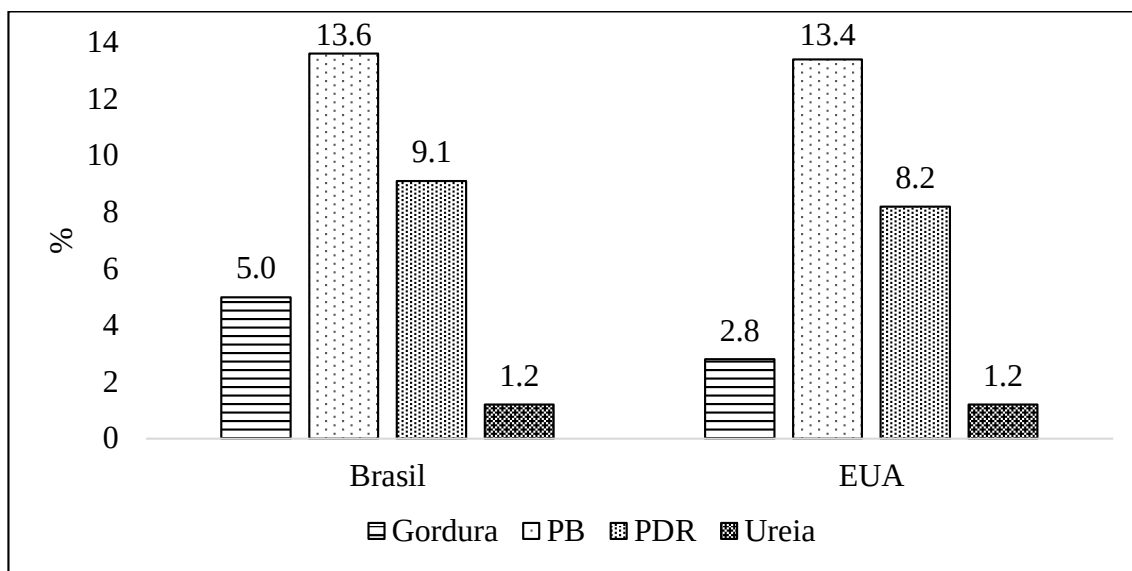


Figura 17. Inclusão média de gordura, proteína bruta (PB), proteína degradável do rúmen (PDR) e ureia em dietas de terminação utilizados pelos nutricionistas de bovinos de corte confinados no Brasil e Estados Unidos.

Fonte: Pinto e Millen (2016); Samuelson et al. (2016).

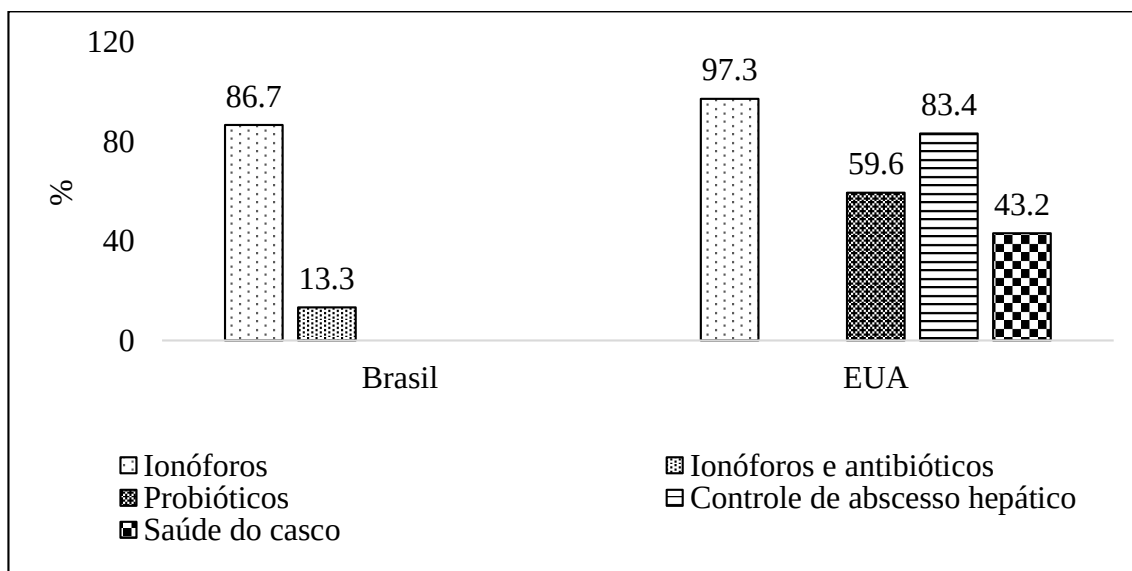


Figura 18. Recomendações de aditivos alimentares em dietas de terminação utilizados pelos nutricionistas de bovinos de corte confinados no Brasil e Estados Unidos.

Fonte: Pinto e Millen (2016); Samuelson et al. (2016).

2.2 Adaptação a dietas de confinamento

A seguir, serão abordados temas que envolvem à adaptação a dietas de alto concentrado para bovinos de corte confinados.

2.2.1 Períodos de adaptação

Em levantamentos realizados com os nutricionistas responsáveis pelos bovinos de corte confinado no Brasil, Millen et al. (2009) e Oliveira e Millen (2014), relataram que a duração média do período de adaptação adotados pelos nutricionistas foram de 17,1 e 18,6 dias, respectivamente, o que corresponde a 20,45% e 21,20% do tempo total, levando em conta que o período médio que bovinos permanecem em alimentação são de 83,4 e 87,7 dias (MILLEN et al., 2009; OLIVEIRA e MILLEN, 2014). Diferentemente dos confinamentos dos Estados Unidos, onde o período médio de alimentação é de 201 dias e o tempo médio de adaptação é de 24 dias, correspondendo a 11,94% do período total de confinamento (SAMUELSON et al., 2016).

Entretanto, o sistema de produção de bovinos de corte americano é muito diferente do sistema de produção brasileiro. As dietas americanas são mais energéticas do que as brasileiras (1,50 vs. 1,22 Mcal/kg de MS), os bovinos dos Estados Unidos confinados são predominantemente *Bos taurus taurus* ao invés do Nelore, 26% dos confinamentos dos Estados Unidos utilizam mais de 81% de inclusão de grãos nas dietas, ao contrário dos confinamentos brasileiros, que apenas 2% utilizam essa quantidade de grãos. O método mais utilizado nos confinamentos dos Estados Unidos para processar grãos é a floculação, no Brasil, o processamento mais utilizado é apenas quebrar o grão, o nível de inclusão de forragem nos confinamentos dos Estados Unidos é em média 9% e nos confinamentos brasileiros a média é de 21% (OLIVEIRA e MILLEN, 2014; SAMUELSON et al., 2016).

Apesar de serem completamente diferentes, os confinamentos dos Estados Unidos dos brasileiros, os nutricionistas nacionais recomendam a duração do período de adaptação empiricamente, com base nos levantamentos feitos com os nutricionistas dos Estados Unidos realizados por Vasconcelos e Galyean (2007) e Samuelson et al. (2016). Desta forma, surgiu o interesse de estudar qual seria o período de adaptação mais adequado para bovinos Nelore nas realidades brasileiras.

O primeiro experimento feito no Brasil sobre período de adaptação, foi realizado por Parra (2011), que avaliou os efeitos dos períodos de adaptação em 14 ou 21 dias sobre o desempenho produtivo, características de carcaça, e morfometria do epitélio ruminal de bovinos Nelore confinados. O autor utilizou 120 bovinos machos, não castrados, com peso vivo (**PV**) inicial de 372 kg, alimentados por 84 dias. Não foi observado efeito do período de adaptação sobre o PV final, ganho de peso diário (**GPD**), consumo de matéria seca (**CMS**), eficiência alimentar (**EA**) e flutuação no CMS. O autor observou ainda que animais adaptados em 21 dias tiveram maior desenvolvimento do epitélio ruminal ao final do período de adaptação do que animais adaptados em 14 dias, porém ao final do período de confinamento, o desenvolvimento do epitélio ruminal foi equivalente. Entretanto, animais adaptados em 14 dias apresentaram maiores peso de carcaça quente (**PCQ**) e rendimento de carcaça quente do que animais adaptados em 21 dias. O autor concluiu que bovinos Nelore confinados podem ser adaptados em 14 dias, nas realidades brasileiras.

Outro estudo semelhante foi desenvolvido por Barducci et al. (2019), que avaliou os efeitos do período de 9 ou 14 dias sobre o desempenho produtivo, características de carcaça, morfometria do epitélio ruminal e digestibilidade dos nutrientes de bovinos Nelore confinados. Os autores também utilizaram 120 bovinos machos, não castrados, porém com PV inicial de 361 kg, alimentados por 84 dias. Os autores também não observaram efeito do período de adaptação sobre o PV final, GPD, CMS, EA e digestibilidade dos nutrientes. Diferente do resultado observado por Parra (2011), não foi observado diferença no PCQ e rendimento de carcaça quente.

Os autores observaram ainda que animais adaptados em 14 dias tiveram maior desenvolvimento do epitélio ruminal ao final do período de adaptação do que animais adaptados em 9 dias, porém ao final do período de confinamento, o desenvolvimento do epitélio ruminal foi equivalente. Os autores concluíram que bovinos Nelore devem ser adaptados em 14 dias, que é o período de tempo que o rúmen leva para se estabelecer, para obter o máximo benefício da dieta e absorver adequadamente os AGCC.

Um último estudo da linha de período de adaptação foi feito por Perdigão et al. (2018), que novamente avaliou os efeitos dos períodos de 6 ou 9 dias de adaptação sobre o desempenho produtivo, características de carcaça e morfometria do epitélio ruminal de bovinos Nelore confinados. Os autores utilizaram 120 bovinos machos, não

castrados com PV inicial de 352 kg, alimentados por 84 dias. Os autores encontraram resultados parecidos com os obtidos por Barducci et al. (2019), não foi observado efeito dos tratamentos para PV final, EA, PCQ, rendimento de carcaça e para nenhuma variável morfológica e histológica do epitélio ruminal. Entretanto, animais adaptados em 9 dias tiveram menor incidência de rumenites e maior índice mitótico do que os adaptados em 6 dias. Os autores concluíram que por razões de segurança e baseado no fato de que os animais adaptados em 9 dias tiveram rumens mais saudáveis do que animais adaptados por 6 dias, bovinos Nelore não devem ser adaptados em menos do que 9 dias.

2.2.2 Processamento de grãos em função do período de adaptação

Os três experimentos citados anteriormente, Parra (2011), Barducci et al. (2019) e Perdigão et al. (2018), os quais avaliaram períodos de adaptação de 14 e 21, 9 e 14 e 6 e 9 dias respectivamente, utilizaram como fonte de grão principal o milho, armazenado na forma de silagem de grão úmido, em que apenas 3% dos confinamentos brasileiros utilizam esse processamento (OLIVEIRA e MILLEN, 2014).

A silagem de grão úmido consiste em ensilar apenas os grãos de milho, com umidade entre 30 a 40%, sendo o ideal valores entre 32 e 35% (NUMMER FILHO, 2001), após a colheita, em que deve ser moído, para facilitar a compactação e armazenados em silos, sendo os mais comuns do tipo bag e trincheira. Vários estudos mostram os benefícios de utilizar silagem de grão úmido para ruminantes (OWENS et al., 1997; FIRKINS et al., 2001).

Zinn et al. (2011) verificaram que silagem de grãos úmido de milho apresentam 91% de digestibilidade ruminal, valor muito superior quando comparado ao processamento laminado a seco, com 60,6% de digestibilidade. Entretanto, os resultados obtidos no experimento americano foram com cultivares de milho do tipo “dentado”, que possuem menor vitreosidade (dureza). Philippeau e Michalet-Doreau (1997), observaram digestibilidade ruminal do amido de 60,8% para milho dentado e apenas 34,8% de digestibilidade para milho do tipo “Flint” (duro).

Devido ao grão mais utilizado nos confinamentos brasileiros ser o milho do tipo Flint e o processamento mais comum ser apenas quebrar o grão (OLIVEIRA e MILLEN, 2014), Estevam et al. (2015), propuseram um novo estudo que se adequasse

as realidades nacionais, os autores avaliaram os efeitos dos períodos de 6, 9, 14 e 21 dias de adaptação de bovinos Nelore confinados, consumindo dietas de alto teor de concentrado, com grãos de milho quebrado em relação ao desempenho produtivo, características de carcaça e morfometria do epitélio ruminal.

Os autores observaram que animais adaptados por 14 dias apresentaram resultados superiores em relação ao GPD, PV final e EA, bem como PCQ e área de olho de lombo. A adaptação por 14 dias também proporcionou aos animais melhor desenvolvimento do epitélio ruminal, pois, os mesmos, apresentaram maior área de superfície absorptiva e largura de papilas ruminais. Além disso, esses animais demonstraram que estavam adequadamente adaptados, pois a renovação celular do epitélio ruminal demonstrou-se estabilizada no índice de proliferação celular e nos núcleos em morte celular.

Com base nos resultados, os autores concluíram que a adaptação de bovinos Nelore a dietas de alto concentrado, com grãos de milho quebrado deve ser feita em 14 dias, pois este período proporcionou maior desempenho produtivo, melhores características de carcaça e desenvolvimento do epitélio ruminal.

2.2.3 Protocolos de adaptação

Os protocolos de adaptação mais utilizados no Brasil são em escadas (step up), usado em 60,6% dos confinamentos, seguidos de protocolo de uma única dieta contendo menos energia do que a dieta de terminação, usado em 15,1% dos confinamentos, protocolo de restrição, usado em 3,0% dos confinamentos e o sistema de mistura de duas rações, usados em 3,0% dos confinamentos (OLIVEIRA e MILLEN, 2014). Do mesmo modo, os protocolos de adaptação mais utilizados nos Estados Unidos são em escadas, utilizados em 56,3% dos confinamentos, seguidos de mistura de duas rações (40,6%) e outros métodos (3,1%) que não foram listados na pesquisa, feita com 24 nutricionistas de bovinos de corte dos Estados Unidos.

O protocolo de escadas consiste do fornecimento de níveis crescentes de ingredientes concentrados até que seja atingido o nível desejado para a ração de terminação (Figura 19). Por outro lado, o protocolo de uma única dieta contendo menos energia do que a dieta de terminação, traz vantagens em relação a parte operacional do

confinamento, uma vez que, dentro do confinamento serão fornecidos apenas dois tipos de dieta, uma para adaptar e outra para terminar os bovinos (Figura 20).

O protocolo de restrição consiste do fornecimento, desde o primeiro dia de confinamento, a ração de terminação, porém restrita por quantidade de matéria seca (**MS**). Neste tipo de protocolo pode-se iniciar o fornecimento da ração de terminação na base de 1,4% a 1,7% do PV, e incrementos diários podem ser feitos até os animais atingirem o consumo à vontade estimado ao final da adaptação (Figura 21). Para finalizar, o protocolo de mistura de duas rações consiste em fracionar ao longo do tempo duas dietas (com alta forragem e com alto concentrado) até que os bovinos estejam consumindo apenas a dieta de alto concentrado (Figura 22).

Choat et al. (2002) realizaram três experimentos consecutivos para avaliar o efeito da adaptação de restrição e da adaptação de escadas (consumo *ad libitum*) em um período de 20 a 22 dias sobre o desempenho produtivo, características de carcaça, digestibilidade, cinética da digesta e metabolismo ruminal de bovinos confinados alimentados com dieta de alto teor de concentrados. No primeiro experimento, foram utilizados 84 bovinos Angus × Hereford com PV inicial de 418 kg, alimentados por 70 dias. Os autores observaram que não houve diferença no PV final, GPD, EA e características de carcaça de bovinos adaptados com consumo restrito ou *ad libitum*. Entretanto, bovinos com o consumo restrito apresentaram menor CMS (10,67 vs. 9,73 kg) do que os animais que foram adaptados *ad libitum*.

No segundo experimento, Choat et al. (2002) utilizaram 150 novilhos mestiços mistos cruzados, com PV inicial de 289 kg, alimentados por 173 dias. Contudo, diferente do experimento 1, a adaptação em restrição diminuiu o PV final (544 vs. 567 kg) GPD (1,51 vs. 1,65 kg), PCQ (344 vs. 359 kg) e também reduziu o CMS (8,68 vs. 9,15 kg) em comparação aos novilhos adaptados *ad libitum*. No entanto, a EA não foi influenciada pelo método de adaptação.

No terceiro experimento, Choat et al. (2002) utilizaram 8 novilhos fistulados no rúmen e duodeno. A adaptação em restrição diminuiu a variação no CMS em kg nas duas primeiras semanas do experimento. Porém, não influenciou a variação do CMS em porcentagem, a digestibilidade, a cinética da digesta e o metabolismo ruminal. Os autores concluíram que a restrição alimentar durante o período de adaptação pode ser utilizada em bovinos mais pesados e com poucos problemas de acidose ou variação no

CMS. Entretanto, adaptar novilhos com o protocolo de restrição impacta negativamente sobre o desempenho e as características de carcaça.

Bevans et al. (2005), avaliaram os efeitos do aumento de 40% para 90% de concentrado com uma adaptação rápida (fornecendo uma dieta com 65% de concentrado por 3 dias) ou uma adaptação gradual (fornecendo dietas com 48,3; 56,7; 65,0; 73,3 e 81,7% de concentrado por 3 dias cada, totalizando 15 dias de adaptação) sobre a acidose subaguda e consumo de alimentos de bovinos confinados. Foram utilizados no estudo 12 novilhas cruzadas, fistuladas no rúmen e o consumo de alimentos e o pH ruminal foram monitorados por 20 dias. Foi observado que as médias e pH ruminal não diferiram entre os tratamentos em 3 ou 4 dias, quando a dieta passou de 65 para 90% de concentrado. Também, não foram observados efeitos dos tratamentos para concentração de AGCC, CMS e flutuação do CMS.

Parra (2011), avaliou os efeitos dos protocolos de adaptação em restrição ou escadas sobre o desempenho produtivo, características de carcaça e morfometria do epitélio ruminal de bovinos Nelore confinados. O autor utilizou 120 bovinos machos, não castrados com PV inicial de 372 kg, alimentados por 84 dias. Não foi observado efeito dos protocolos no PV final, GPD, CMS, EA, PCQ e rendimento de carcaça. Entretanto, animais adaptados em restrição apresentaram menores área de superfície absorptiva e representatividade das papilas na área de superfície absorptiva do que animais adaptados em protocolo de escadas.

Outro estudo semelhante desenvolvido por Barducci et al. (2019), que também avaliaram os efeitos dos protocolos de adaptação em restrição ou escadas sobre o desempenho produtivo, características de carcaça, morfometria do epitélio ruminal e digestibilidade dos nutrientes de bovinos Nelore confinados. Os autores também utilizaram 120 bovinos machos, não castrados, porém com PV inicial de 361 kg, alimentados por 84 dias. Também, não foi observado efeito dos protocolos no PV final, GPD, CMS, PCQ e rendimento de carcaça. Entretanto, bovinos adaptados em restrição, apresentaram melhor EA, maior digestibilidade da MS, extrato etéreo e nutrientes digestíveis totais e apresentaram maior área média de papilas, quando comparado aos animais adaptados em protocolo escada.

Um último estudo da linha de protocolos foi feito por Perdigão et al. (2018), que novamente avaliou os efeitos dos protocolos de adaptação em restrição ou escadas sobre

o desempenho produtivo, características de carcaça, e morfometria do epitélio ruminal de bovinos Nelore confinados. O autor utilizou 120 bovinos machos, não castrados com PV inicial de 352 kg, alimentados por 84 dias. Entretanto, não foi observado efeito dos tratamentos para PV final, EA, PCQ, rendimento de carcaça e para nenhuma variável morfológica e histológica do epitélio ruminal. Porém, animais adaptados em escadas apresentaram maior GPD e tiveram maior CMS, do que animais adaptados em protocolo de restrição.

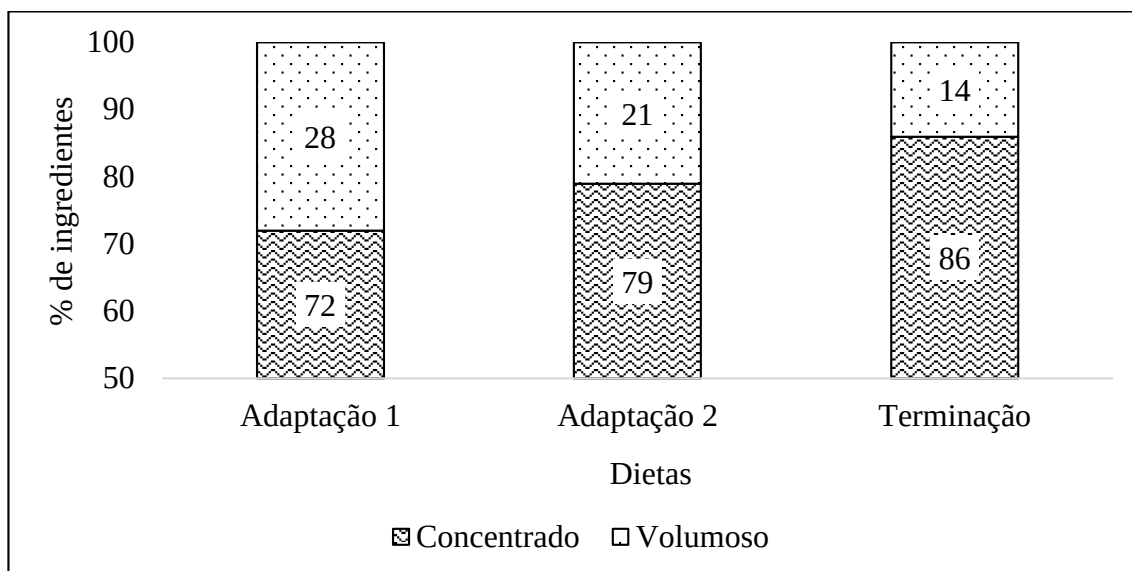


Figura 19. Esquema do protocolo de adaptação em escada (step up), no qual são utilizadas 2 rações de adaptação até se atingir o nível de concentrado desejado da ração de terminação.

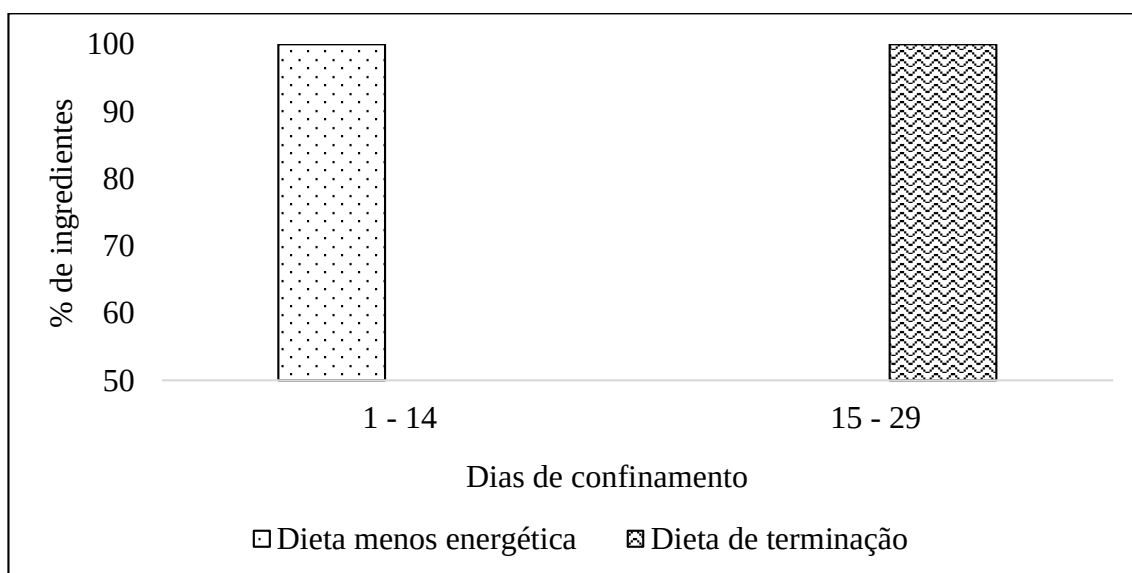


Figura 20. Esquema do protocolo de uma única dieta contendo menos energia do que a dieta de terminação.

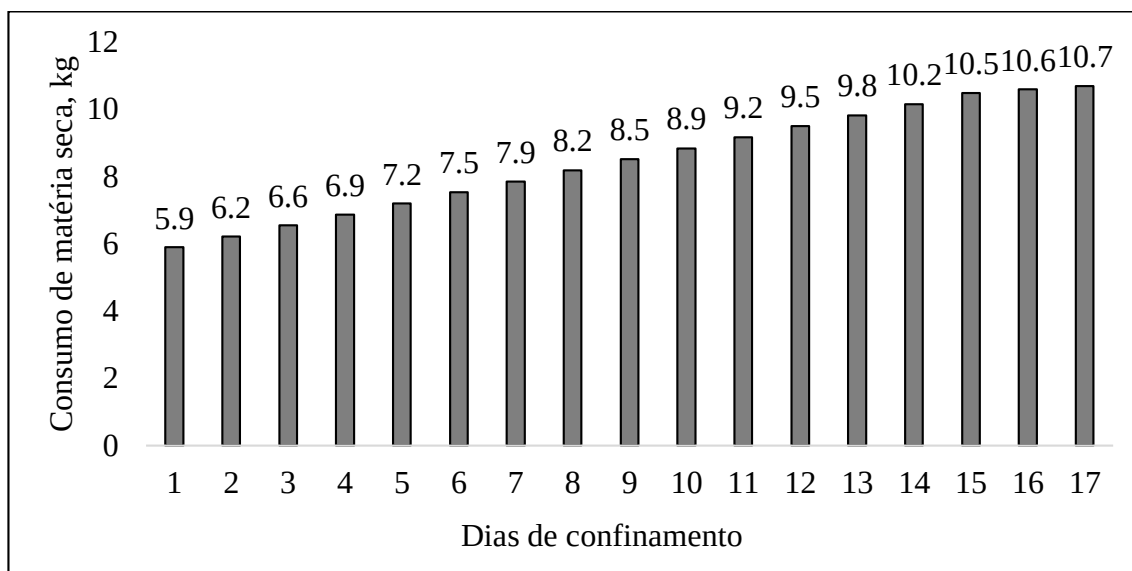


Figura 21. Esquema do protocolo de adaptação por restrição, no qual apenas a ração de terminação é utilizada, com aumento médio diário de 0,328 kg de MS.

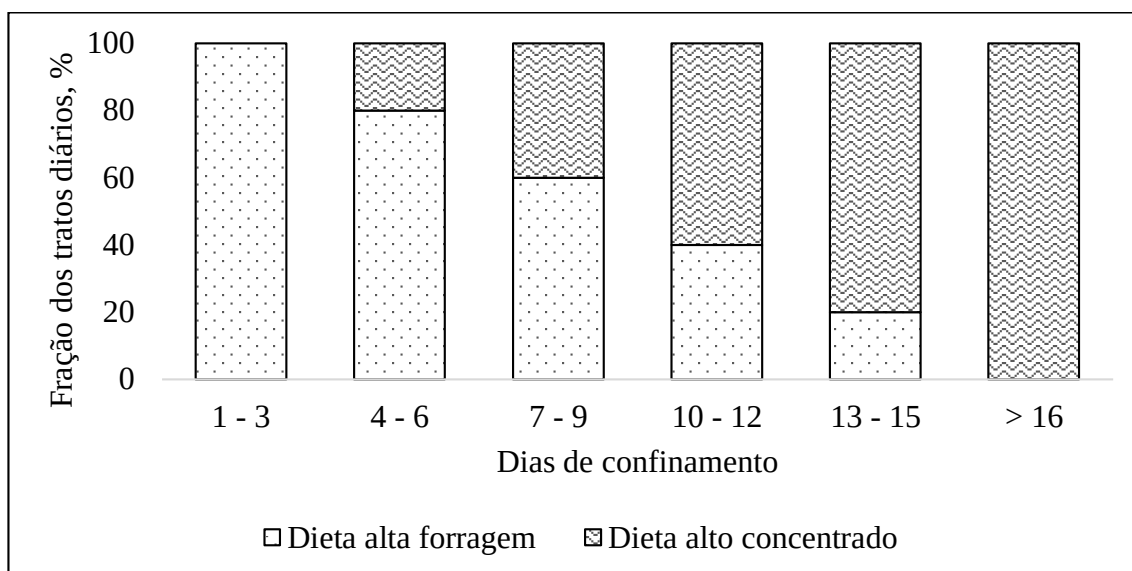


Figura 22. Esquema do protocolo de adaptação de mistura de duas rações, no qual são utilizadas apenas 2 rações até se atingir o nível de concentrado desejado da dieta de alto concentrado.

2.2.4 Grupos genéticos em função do período de adaptação

É crescente a demanda por carnes especiais, as associadas a qualidade da carne como maciez, coloração, sabor, marmoreio, acabamento de gordura, suculência e aroma. Entretanto, para atingir tais padrões, torna-se necessário utilizar ferramentas como os cruzamentos genéticos, a fim de explorar o máximo do efeito de heterose.

A fim de atender esse crescente mercado, os confinamentos brasileiros começaram a utilizar animais cruzados. É possível notar o aumento no número de animais cruzados nos levantamentos feitos por Millen et al. (2009) e Oliveira e Millen (2014). Em 2009 os confinamentos brasileiros tinham um total de 46% dos animais terminados provindos de cruzamento industrial, após 2 anos, em 2011, a quantidade de animais de origem de cruzamento industrial subiu para 55,5% (OLIVEIRA e MILLEN, 2014). Segundo dados da ABS PECPLAN (2011), a venda de sêmen de touros Angus, a qual é a raça do genótipo *Bos taurus taurus* mais procurada por frigoríficos e consequentemente pecuaristas, triplicou nos últimos 3 anos, chegando a 1,7 milhões de doses vendidas, o que representa 17,2% do total das doses comercializadas no Brasil.

No entanto, estudos mostram que animais *Bos taurus taurus* ou com alguma porcentagem desse genótipo são mais resistentes a problemas metabólicos e apresentam maior resistência à incidência de rumenites do que animais *Bos taurus indicus* (MILLEN et al., 2007; PACHECO et al., 2012; MILLEN et al., 2015) e, portanto, não se sabe como é o comportamento desses animais com relação aos protocolos e períodos de adaptação desenvolvidos no Brasil.

Com base neste contexto, Watanabe et al. (2015) avaliaram os efeitos da duração do período de adaptação à dieta de alto teor de concentrado sobre o desempenho, comportamento ingestivo, características de carcaça, morfometria ruminal e digestibilidade em bovinos Nelore e ½ Angus/Nelore terminados em confinamento. Foram utilizados 72 animais machos, não castrados, com PV inicial de 313 kg, alimentados por 89 dias. Os animais foram divididos em quatro tratamentos, bovinos Nelore adaptados por 9 dias, bovinos Nelore adaptados por 14 dias, bovinos ½ Angus/Nelore adaptados por 9 dias, e bovinos ½ Angus/Nelore adaptados por 14 dias.

Os autores observaram que, animais ½ Angus/Nelore apresentaram melhor desempenho produtivo, EA e características de carcaça que os da raça Nelore. Foi observado também, interação para escore de rumenites, onde animais Nelore adaptados

por 14 dias apresentaram maiores lesões. Animais adaptados por 9 dias apresentaram maior flutuação do CMS do que os animais adaptados em 14 dias durante o período de adaptação. Os autores concluíram que o tempo de adaptação mais seguro para adaptar ambos genótipos foi de 14 dias e que o genótipo de melhor desempenho para confinamento foi o ½ Angus/Nelore.

2.2.5 Aditivos alimentares em função do período de adaptação

Uma prática comum nos últimos anos nos confinamentos brasileiros é a combinação do uso de aditivos, entre eles, destaca-se a combinação principalmente de ionóforos, como a monensina sódica e antibióticos, como a virginiamicina. Vários estudos vêm sendo realizados para elucidar os efeitos dessa combinação no desempenho produtivo de bovinos de corte (NUNEZ, 2008; SITTA, 2011). Entretanto, poucos estudos foram feitos avaliando os efeitos da combinação destes aditivos durante o período de adaptação.

Com base neste contexto, Rigueiro (2016) avaliou o efeito do uso combinado de monensina sódica (MON) e virginiamicina (VM) sobre o desempenho produtivo, comportamento ingestivo, características de carcaça, e morfometria ruminal de bovinos Nelore terminados em confinamento. Foram utilizados 72 animais machos, não castrados, Nelore, com PV inicial de 388 kg, alimentados por 90 dias. Os animais foram divididos em quatro tratamentos de acordo com associação ou não dos aditivos nos períodos de adaptação e terminação: 1) MON na adaptação + MON; 2) MON + VM na adaptação e VM na terminação; 3) MON + VM na adaptação e VM + MON na terminação e 4) VM na adaptação e MON + VM na terminação.

O autor observou que, durante o período de adaptação, a suplementação somente com VM aumentou o CMS em kg, diminuiu a flutuação do CMS em kg e em porcentagem e ainda diminui os dias para os animais atingirem 2% do CMS em porcentagem do PV. Entretanto, no período total de confinamento, a suplementação com MON e VM no período de adaptação e somente VM na terminação aumentou o PV final, CMS, GPD, PCQ, área de olho de lombo e ganho de AOL por dia.

O autor concluiu que a suplementação com somente VM melhorou o desempenho dos animais no período de adaptação, no entanto, a suplementação com MON e VM no período de adaptação e somente VM na terminação melhorou o

desempenho produtivo e características de carcaça dos animais sem diferenças nos parâmetros relacionados a morfometria ruminal e seletividade da dieta.

2.3 Ganho compensatório em bovinos de corte

O Brasil por ser um país de clima tropical e possuir grande extensão de terra, abate aproximadamente 89% dos animais oriundos de engorda feita em pastagens (ANUALPEC, 2015). Entretanto, as pastagens são passíveis de apresentar variação qualitativa e quantitativa ao longo do ano, influenciadas principalmente por fatores como precipitação, temperatura e radiação solar (DETMANN et al., 2004). Sendo assim, as pastagens apresentam sazonalidade na produção, concentrando aproximadamente 80 % da produção no período das águas e 20 % no período seco (EUCLIDES et al., 2007).

Devido à idade média de abate do rebanho brasileiro ser de 48 meses (FERRAZ e FELÍCIO, 2010), os animais passam em média por 4 períodos de seca durante o crescimento. Se o sistema de recria aplicado a esses animais tiver baixo nível tecnológico, os mesmos irão apresentar perda de peso durante o período seco e ganho compensatório durante o período chuvoso, caracterizando assim o chamado “boi sanfona”.

O ganho compensatório é um fenômeno pesquisado a muito tempo (FOX et al., 1972) e muito associado a animais muito magros que estavam perdendo peso. Contudo, o ganho compensatório pode ser definido como crescimento acelerado após um período de depleção no crescimento, devido algum fator ambiental qualquer, em comparação a outro organismo desempenhando crescimento normal (HORNICK et al., 2000).

A intensidade do ganho compensatório pode ser estimada por meio do índice de compensação, ou seja, quanto do peso que o animal deixou de ganhar durante a restrição ele conseguiu recuperar após o período de realimentação. Segundo Hornick et al. (2000), a compensação pode ser completa ou parcial após um período de subnutrição ou restrição alimentar (Figura 23). No caso de compensação completa, o ângulo de inclinação da curva de crescimento dos animais que passaram por restrição é menor do que o dos animais que não passaram por restrição. Essa compensação na taxa de crescimento pós-restrição, permite que o mesmo peso de abate seja atingido à mesma idade. Na compensação parcial, o ângulo de inclinação da curva de crescimento dos

animais que passaram por restrição também é menor do que o dos animais que não passaram por restrição, mas não o suficiente para que o mesmo peso de abate seja atingido a uma mesma idade.

Quando a restrição de crescimento é moderada (GPD de 300 g) a taxa de crescimento compensatório é de aproximadamente 30 dias e atinge o GPD de 2 kg (Hornick et al., 2000). Durante o período de realimentação o fígado apresenta um elevado crescimento, como mostrado por Yambayamba et al. (1996) que estudaram o crescimento deste órgão durante o período de realimentação e observaram que com apenas 29 dias de realimentação o peso relativo deste órgão já era igual ao grupo controle, sendo ainda que com o avançar da realimentação os animais que estavam expressando o ganho compensatório tiveram maior desenvolvimento deste órgão.

Entretanto, vários fatores podem afetar o ganho compensatório dos animais, como a idade dos animais. Quando a restrição alimentar ocorre na fase pré-natal, após o nascimento ou ainda próximo a maturidade, animais restritos nessas fases não conseguem compensar os ganhos futuramente, comprometendo o desenvolvimento ósseo e nervoso (RYAN, 1990). Berge (1991) fez uma revisão sobre estratégias alimentares aplicadas durante o primeiro ano de vida de bezerros relacionando o desempenho produtivo e as características de carcaça. Constatou que animais com menos de 7 meses de idade, exigiram de 14 a 18 meses para compensar de 70 a 80% do atraso no crescimento, enquanto que animais mais velhos, entre 10 e 22 meses exigiram apenas de 4 a 7 meses para obter o mesmo resultado.

Outros fatores importantes que afetam o ganho compensatório são a intensidade, duração e o tipo da restrição alimentar. Quanto mais intensa for a restrição alimentar, maior será o período do crescimento compensatório (SCALES e LEWIS, 1971), quanto menor for a duração, maior será a recuperação do animal (NICOL e KITESSA, 1995) e se a restrição alimentar for energética, maior será a taxa de crescimento compensatório, comparado a restrição proteica (DROUILLARD et al., 1991).

Seguindo a mesma linha, várias alterações hormonais também afetam o ganho compensatório, animais que passaram por restrição alimentar apresentaram alterações nas concentrações plasmáticas de grelina (WERTZ-LUTZ et al., 2008), leptina e insulina (JENNINGS et al., 2011). Grelina e leptina são hormônios que têm sido relatados por influenciar o consumo alimentar, o metabolismo energético e o adipócito,

porém, pode ter significativa relevância para a EA e composição do ganho de PV (HOUSEKNECHT et al., 1998; WERTZ-LUTZ et al., 2008).

A grelina é sintetizada no abomaso dos ruminantes (HAYASHIDA et al., 2001; GENTRY, WILLEY e COLLIER, 2003), é estimulada quando ocorre uma diminuição no conteúdo ruminal, é controlada pelo nervo vago (SUGINO et al., 2003) e sua função é transmitir ao sistema nervoso central a necessidade de aumentar o CMS ou diminuir os gastos energéticos (WERTZ-LUTZ et al., 2006). Diversos estudos estão sendo feitos para determinar os efeitos da grelina em ruminantes. Wertz-Lutz et al. (2006), fizeram dois experimentos para estabelecer as relações das concentrações plasmáticas de grelina com o consumo de alimentos e indicativos hormonais do status nutricional de bovinos.

No primeiro experimento, os autores utilizaram 4 novilhos com PV inicial de 450 kg. Após a adaptação, 2 animais continuaram sendo tratados normalmente e os outros 2 animais tiveram o alimento retirado do cocho. Animais que tiveram o consumo restrito, apresentaram maiores concentrações plasmáticas de grelina (690 vs. 123 pg/mL, respectivamente) e hormônio do crescimento (GH) comparado aos animais que não estavam restritos. As concentrações plasmáticas de grelina na pré-alimentação foram maiores do que as concentrações plasmáticas de grelina após alimentação para animais não restritos (174 vs. 102 pg/mL, respectivamente). Entretanto, as concentrações plasmáticas de glicose não foram diferentes, porém, animais com consumo restrito tiveram maiores concentrações de ácidos graxos não esterificados (NEFA) e menores concentrações de insulina do que animais com consumo não restrito.

No segundo experimento, os autores também utilizaram 4 novilhos, com PV inicial de 416 kg, para determinar os efeitos de injeções de grelina bovina (bGR) nas concentrações plasmáticas de GH, insulina, glicose, NEFA, tempo em alimentação e CMS. As concentrações de grelina foram parecidas com as obtidas no experimento 1. As injeções de bGR aumentaram as concentrações plasmáticas de GH, porém, as concentrações plasmáticas de insulina, glicose e NEFA não apresentaram diferença entre os animais vacinados ou não com a bGR. Entretanto, após 1 hora da injeção, o tempo em alimentação e o CMS foi maior para bovinos vacinados com bGR.

Outro estudo envolvendo grelina foi realizado por Wertz-Lutz et al. (2008), os autores utilizaram 4 bovinos canulados, com PV inicial de 581 kg, para avaliar os efeitos da restrição nutricional prolongada e moderada sobre a concentração plasmática

de grelina e a relação da grelina com hormônios metabólitos e produtos finais da fermentação ruminal. Foi oferecido a todos os animais, uma dieta de alto grão para atender 240% das necessidades de consumo para a manutenção, após esse período, 2 animais continuaram recebendo a dieta e os outros 2 passaram a receber uma dieta que atendesse 80% das necessidades de consumo para manutenção, por 21 dias.

Os autores observaram que, animais com 80% das necessidades de consumo apresentaram maiores concentrações plasmáticas de grelina, GH e NEFA e menores concentrações plasmáticas de insulina, comparado aos animais que tiveram 240% das necessidades de consumo atendidas, indicando um status catabólico ao longo do período de estudo. Em relação a fermentação ruminal, os autores observaram pH ruminal mais baixo para animais que tiveram 240% das necessidades de consumo atendidas. Contudo, estes animais tiveram maiores concentrações ruminais de propionato e valerato do que animais com 80% das necessidades de consumo. Por outro lado, animais com 80% das necessidades de consumo tiveram maiores concentrações ruminais de acetato e butirato do que animais que tiveram 240% das necessidades de consumo atendidas.

Jennings et al. (2011) testaram a hipótese que concentrações de grelina e leptina plasmática e GHS-R no fígado, músculo e no adipócito diferem em novilhos com diferentes composições de ganho. No início do experimento, 8 novilhos foram abatidos para se determinar a composição inicial da carcaça. Não foram utilizados implantes hormonais e os animais (64 novilhos) foram divididos em 2 tratamentos, um com baixa energia durante o período de crescimento (0 a 111 dias), seguido de alta energia durante o período de terminação (112 a 209 dias) e o outro tratamento foi oferecido alta energia ao longo de todo o experimento (1 a 209 dias).

Diferente dos outros estudos, os autores observaram maiores concentrações plasmáticas de grelina e leptina para os animais que não passaram por restrição. Os autores explicaram que a ingestão de energia foi adequada para o acúmulo de tecido magro e deposição de gordura. Entretanto, a grelina aumentou nos novilhos que não passaram por restrição nos estádios posteriores do período de alimentação, quando os ganhos de peso corporal foram compostos principalmente de gordura. Também foi relatado pelos autores que as concentrações de leptina plasmática para os novilhos que não passaram por restrição também aumentaram à medida que os novilhos atingiram o parâmetro de composição de 1 cm de gordura no contra-filé e, em seguida,

permaneceram constantes à medida que o bovino se tornava cada vez mais gordo. Os autores sugeriram que as concentrações de leptina periférica podem não ter sido adequadas para influenciar o sistema nervoso central. Foi observado ainda que o GHS-R, aumentou ao longo do tempo no fígado e no tecido adiposo, porém, não diferiu como resultado do tratamento.

Em relação as características de carcaça, os autores observaram que o PCQ e grau de rendimento foi maior para os animais que não tiveram restrição alimentar, porém, os mesmos, apresentaram maior gordura pélvica do que os animais que passaram por restrição alimentar. A área de olho de lombo e a massa de proteína na carcaça aumentou ao longo do confinamento, porém, não apresentou diferença como resultado dos tratamentos. Entretanto, a porcentagem de proteína na carcaça quente e a proteína da carcaça tenderam a ser maior para novilhos que passaram por restrição alimentar durante o período de crescimento (0 a 111 dias) e foi maior durante o período de terminação (112 a 209 dias) quando comparado aos animais que não passaram por restrição nutricional. Porém, a massa de gordura total na carcaça aumentou ao longo do experimento e foi maior para os animais que não passaram por restrição nutricional.

Em outro estudo, Foote et al. (2014) avaliaram a associação de concentrações circulantes ativas e total de grelina com CMS, crescimento e características de carcaça de bovinos de corte. Foram utilizados 245 bezerros de diferentes raças europeias. Os autores observaram que a grelina ativa não foi correlacionada com o CMS, porém, quando o CMS foi usado no modelo de análise multivariada, incluindo metabólitos plasmáticos e sexo, a grelina ativa mostrou ser positivamente associada com o CMS. A grelina total foi negativamente correlacionada com o CMS e com o GPD, porém, a grelina ativa foi positivamente correlacionada com o GPD. A grelina ativa também não foi associada com a EA, mas as concentrações totais de grelina foram negativamente associadas com a EA.

Foi observado pelos autores, que as concentrações totais de grelina não diferiram entre as raças, porém, as concentrações ativas de grelina e a razão entre a grelina ativa:total foram diferentes, indicando que a genética tem efeito na quantidade e forma da grelina circulante. As concentrações totais de grelina também tenderam a ser correlacionadas com o PCQ, mas nenhuma outra característica da carcaça foi correlacionada com as concentrações de grelina ativa ou total.

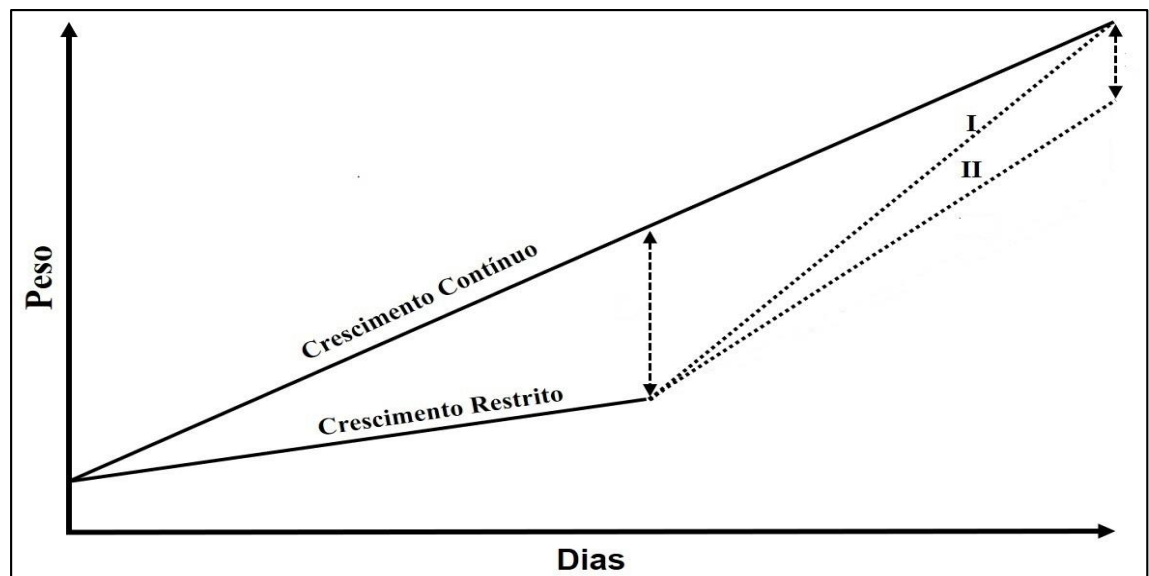


Figura 23. Representação do crescimento contínuo e crescimento restrito, completo (I) ou parcial (II).

Fonte: Adaptado de Hornick et al. (2000).

2.4 Acidose ruminal

Os ruminantes possuem certa vantagem em relação aos outros animais por manterem simbiose com os microrganismos ruminais, os quais produzem enzimas que degradam materiais fibrosos (RUSSEL e RICHLIK, 2001). Porém, para atingir elevados níveis produtivos, é necessária a inclusão de carboidratos não fibrosos nas dietas desses animais. No entanto, o aumento na proporção de carboidratos rapidamente fermentáveis está diretamente relacionado com a incidência de acidose, provocando mudanças ruminais como o aumento da produção de AGCC, ácido láctico, aumento da osmolaridade (o que diminui a absorção dos AGCC), desenvolvimento de bactérias como *Streptococcus bovis*, problemas como laminite, abscessos hepáticos, flutuação no CMS, redução do pH e motilidade ruminal (NAGARAJA e CHENGAPPA, 1998; OWENS et al., 1998).

A diminuição do CMS funciona como mecanismo interno para tentar limitar a fermentação excessiva, o que consequentemente restaura o pH ruminal para níveis normais. Sendo assim, se o animal é alimentado à vontade, este poderá apresentar CMS excessivo, o que causará redução do pH ruminal e, consequentemente, redução do consumo de alimentos. Assim, uma vez que o pH retorna a níveis adequados, o animal se sente "melhor" e volta a consumir em alta quantidade, o que causa uma nova produção excessiva de ácidos no rúmen, fazendo com que todo o ciclo se repita (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2003).

Durante o processo de acidificação ruminal, ocorrem flutuações de pH (ASCHENBACH et al., 2011), provocadas principalmente por bactérias produtoras de lactato, tais como *Streptococcus bovis*, a qual se reproduz em intervalo próximo de 12 minutos quando o pH ruminal se encontra próximo de 5,5 (McCALLISTER et al., 1993), o que resulta em morte de alguns microrganismos ruminais, entre eles, bactérias amilolíticas, que degradam o amido, as celulolíticas, que degradam fibras e consumidoras de lactato, como a *Megasphaera elsdenii* (KUNG Jr. e HESSION, 1995).

Sem a presença dessas bactérias a digestibilidade destes nutrientes podem ser comprometidas (YANG; BEAUCHEMIN e VEDRES, 2002) o que pode afetar o desempenho (STOCK et al., 1995) e a saúde ruminal. Schwartzkopf-Genswein et al. (2004) relataram que bovinos que tiveram flutuações no CMS de 10% no oferecido, permaneceram maior tempo com o pH ruminal abaixo de 5,5.

Na pesquisa realizada por Millen et al. (2009), mais de 50% dos nutricionistas responderam que não controlam a quantidade de alimento que é fornecido para cada baia, adotando o sistema conhecido como “bica corrida”, o que pode colaborar com o aumento da variação do CMS. Ainda segundo o autor, 52% dos nutricionistas relataram que a acidose ou os problemas associados, como laminite e timpanismo, são o principal problema de ordem nutricional de bovinos confinados, ficando atrás apenas de problemas respiratórios.

Quando o fornecimento de carboidratos não fibrosos é aumentado rapidamente, sem adaptação prévia, a produção de AGCC e ácido láctico também aumentam como resposta a essa fermentação, fazendo com que ocorra o acúmulo destes ácidos no rúmen (OWENS et al., 1998). Em situações normais a concentração de lactato ruminal é baixa, mas nos casos de mudanças abruptas sua concentração se torna alta e sua constante de dissociação ácida (pKa) é dez vezes mais forte do que os AGCC, contribuindo assim para maior redução do pH ruminal (DAWSON et al., 1997). A acidose pode ser definida como a redução do conteúdo alcalino do fluido corporal em relação ao conteúdo ácido, sendo classificada por Nagaraja e Titgemeyer (2007) como subaguda (pH entre 5,1 e 5,5) ou aguda (pH abaixo de 5,0).

Os maiores problemas estão relacionados com a acidose subaguda, pois os animais acometidos não demonstram quaisquer sintomas ou sinais clínicos externos, com exceção da redução e flutuação do CMS ocasionando diminuição do desempenho produtivo, tornando a identificação deste animal dentro de uma baia extremamente difícil. Schwartzkopf-Genswein et al. (2003) relataram que nutricionistas e gerentes de confinamento da América do Norte estimam perdas em decorrência de acidose subaguda entre 15 a 20 dólares por animal.

Na acidose aguda, os animais apresentam grandes concentrações de AGCC (GALYEAN e RIVERA, 2003) e lactato acima de 40 mM, favorecendo o desenvolvimento de bactérias do gênero *Lactobacillus*, que produzem lactato, contribuindo para uma redução mais acentuada do pH ruminal. O organismo do animal encontrou uma forma de neutralizar o pH ruminal que é por meio da secreção de bicarbonato e fosfato, feita por meio da saliva durante a mastigação e ruminação ou pela troca entre o epitélio ruminal e corrente sanguínea. Dependendo da intensidade da

acidose, muito bicarbonato pode deixar a corrente sanguínea para tentar tamponar o pH ruminal e isso poderá ocasionar acidose metabólica (OWENS et al., 1998).

Segundo Hill (1990), a acidose metabólica aumenta a taxa respiratória, consequentemente, eleva a pressão e saturação de oxigênio, reduzindo a pressão total de gás carbônico sanguíneo. De acordo com Huntington (1988), animais acometidos com acidose metabólica apresentam diminuição do volume extracelular, ocasionando desidratação, arritmia cardíaca, diminuição da circulação sanguínea periférica, redução do fluxo de sangue para os rins, podendo até provocar a morte do animal. Animais confinados alimentados com dietas ricas em carboidratos não estruturais apresentam valores de pH, bicarbonato e pressão de gás carbônico sanguíneo reduzidos (JACKSON et al., 1992).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABS PECPLAN. Venda de sêmen bovino aumenta com foco na eficiência produtiva. 2011. Disponível em: <<http://www.abspecplan.com.br/?pages=news&id=1247>>. Acesso em: 20 mar. 2017.
- ANUALPEC 2015: **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2015.
- ASCHENBACH, J. R. et al. Role of fermentation acid absorption in the regulation of ruminal pH. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 1092-1107, 2011.
- BARDUCCI, R. S. et al. Restricted versus step-up dietary adaptation in Nellore bulls: Effects over periods of 9 and 14 days on feedlot performance, feeding behavior and rumen morphometrics. **Animal Feed Science and Technology**, v. 247, p. 222-233, 2019.
- BERGE, P. Long-term effects of feeding during calf hood on subsequent performance in beef cattle (a review). **Livestock Production Science**, v. 28, p. 179-201, 1991.
- BEVANS, D. W. et al. Effect of rapid or gradual grain adaptation on subacute acidosis and feed intake by feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 1116-1132, 2005.
- BROWN, M. S.; PONCE, C. H.; PULIKANI, R. Adaptation of beef cattle to high concentrate diets: Performance and ruminal metabolism. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 25-33, 2006.

- CHOAT, W. T. et al. Effects of restricted versus conventional dietary adaptation on feedlot performance, carcass characteristics, site and extent of digestion, digesta kinetics, and ruminal metabolism. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 2726-2739, 2002.
- DAWSON, K. A.; RASMUSSEN, M. A.; ALLISON, M. J. Digestive disorders and nutritional toxicity. In: HOBSON, P. N.; STEWART, C. S. **The rumen microbial ecosystem**. London: Elsevier, 1997. p. 633-660.
- DETMANN, E. et al. Níveis de proteína em suplementos para terminação de bovinos em pastejo durante o período de transição seca/águas: consumo voluntário e trânsito de partículas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 4, p. 1371-1379, 2005.
- DROUILLARD, J. S. et al. Compensatory growth following metabolizable protein or energy restrictions in beef steers. **Journal of Animal Science**, v. 69, p. 811-818, 1991.
- ESTEVAM, D. D. et al. Effects of conventional dietary adaptation over periods of 6, 9, 14, and 21 days on feedlot performance and carcass traits of Nellore cattle. In: 2015 ADSA-ASAS Joint Annual Meeting, 2015, Orlando. **Journal of Animal Science**. Champaign, IL: ASAS, 2015. v. 93. p. 723-723, 2015.
- EUCLIDES, V. P. B. et al. Diferimento de pastos de braquiária cultivares Basilisk e Marandú na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 2, p. 273-280, 2007.
- FERRAZ, J. B. S., e FELÍCIO, P. E. De. Production systems--an example from Brazil. **Meat science**, v. 84, n. 2, p. 238-243, 2010.
- FIRKINS, J. L. et al. Effects of grain variability and processing on starch utilization by lactating dairy cattle. **Journal of Animal Science**, v. 79, (E218-E238), 2001.
- FOOTE, A. P. et al. Association of circulating active and total ghrelin concentrations with dry matter intake, growth, and carcass characteristics of finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 92, p. 5651-5658, 2014.
- FOX, D. G. et al. Protein and energy utilization during compensatory growth in beef cattle. **Journal of Animal Science**, p. 34, v. 310-18, 1972.
- GALYEAN, M. L. e RIVERA, J. D. Nutritionally related disorders affecting feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 13-20, 2003.

- GALYEAN, M. L., e HUBBERT, M. E. Review: Traditional and alternative sources of fiber-roughage values, effectiveness, and levels in starting and finishing diets. **The Professional Animal Scientist**, v. 30, p. 571-584, 2014.
- GENTRY, P. C.; WILLEY, J. P.; e COLLIER, R. J. Ghrelin, a growth hormone secretagogue, is expressed by bovine rumen. **Journal of Dairy Science**, v. 81, (Suplemento) p. 123, 2003.
- HAYASHIDA, T. et al. Ghrelin in domestic animals: Distribution in the stomach and its possible role. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 21, p. 17-24, 2001.
- HILL, L. L. Body composition, normal electrolyte concentrations and the maintenance of normal volume, tonicity, and acid-base metabolism. **Pediatric Clinics of North America**, v. 37, p. 241, 1990.
- HORNICK, J. L. et al. Mechanisms of reduced and compensatory growth. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 19, p. 121-132, 2000.
- HOUSEKNECHT, K. L. et al. The biology of leptin: A review. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 1405-1420, 1998.
- HUNTINGTON, G. B. Nutritional problems related to the gastro-intestinal tract: Acidosis. In: CHURCH, D. C. **The ruminant animal digestive physiology and nutrition**. Long Grove: Waveland, c. 1988. Cap. 23, p. 474-480.
- JACKSON, J. A. et al. Influence of cation-anion balance on feed intake, body weight gain, and humoral response of dairy calves. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 5, p. 1281-1286, 1992.
- JENNINGS, J. S. et al. Circulating ghrelin and leptin concentrations and growth hormone secretagogue receptor abundance in liver, muscle, and adipose tissue of beef cattle exhibiting differences in composition of gain. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 3954-3972, 2011.
- KLOPFENSTEIN, T. J.; ERICKSON, G. E; BREMER, V. R. Board invited review: Use of distillers by-products in the beef cattle feeding industry. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 1223-1231, 2008.
- KUNG Jr., L. e HESSION, A. O. Preventing in vitro lactate accumulation in ruminal fermentations by inoculation with *Megasphaera elsdenii*. **Journal of Animal Science**, p. 73, n. 1, p. 250-256, 1995.

- McALLISTER, T. A. et al. Cereal grain digestion by selected strains of ruminal fungi. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 39, p. 367-376, 1993.
- MILLEN, D. D. et al. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 3427-3439, 2009.
- MILLEN, D. D. et al. Effects of feeding a spray-dried multivalent polyclonal antibody preparation on feedlot performance, feeding behavior, carcass characteristics, rumenitis, and blood gas profile of Brangus and Nellore yearling bulls. **Journal of Animal Science**, v. 93, p. 4387-4400, 2015.
- MILLEN, D. D. et al. Feedlot performance and rumen parakeratosis incidence in Bos indicus type bullocks fed high grain diets and monensin or polyclonal antibodies preparations against rumen bacteria. **Journal of Animal Science**, v. 85 (Suplemento), p. 552, 2007.
- NAGARAJA, T. G. e CHENGAPPA, M. M. Liver abscesses in feedlot cattle: a review. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 287-298, 1998.
- NAGARAJA, T. G. e TITGEMEYER, E. C. Ruminant acidosis in beef cattle: the current microbiological and nutritional outlook. **Journal of Dairy Science**, v. 90 (E. Suppl.) p. E17-E38, 2007.
- NASS. 2007. Cattle on Feed. USDA, Washington, DC. Disponível em: <<http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/current/CattOnFe>>. Acesso em: 19 fev. 2018.
- NICOL, A. M. e KITESSA, S.M. Compensatory growth in cattle - refis. In: proceedings of the New Zealand society of animal production, 1995. **Conference...** New Zealand: Otago University, 55, 157-160, 1995.
- NUMMER FILHO, I. **Silagem de grão úmido**. Pork World. Ano 1, 2. Set/out, 2001, p.38-42.
- NUNEZ, A. J. C. et al. Uso combinado de ionóforo e virginiamicina em Novilhos Nelore confinados com dietas de alto concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., Lavras. **Anais...** Lavras: Apor Softwerw, 2008. p. 1-68. 1 CD-ROM.
- OLIVEIRA, C. A., e MILLEN, D. D. 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, 2014.

- OWENS, F. N. et al. Acidosis in cattle: A review. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 275-286, 1998.
- OWENS, F. N. et al. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: a review. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 868-879, 1997.
- PACHECO, R. D. L. et al. Effects of feeding a multivalent polyclonal antibody preparation on feedlot performance, carcass characteristics, rumenitis, and blood gas profile in *Bos indicus* biotype yearling bulls. **Journal of Animal Science**, v. 90, p. 1898-1909. 2012.
- PARRA, F. S. **Protocolos de adaptação à dietas com alta inclusão de concentrados para bovinos nelore confinados**. 2011. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.
- PERDIGÃO, A., D. et al. Effects of restricted vs. step up dietary adaptation for 6 or 9 days on feedlot performance, feeding behaviour, ruminal and blood variables of Nellore cattle. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 102, p. 224-234, 2018.
- PHILIPPEAU, C., e MICHALET-DOREAU, B. Influence of genotype and stage of maturity of maize on rate of ruminal starch degradation. **Animal Feed Science and Technology**, v. 68, p. 25-35, 1997.
- PINTO, A. C. J. e MILLEN, D. D. Situação atual da engorda de bovinos em confinamento e modelos nutricionais em uso. In: Sebastião de Campos Valadares Filho et al. (Org.). **Simpósio de Produção de Gado de Corte** (X Simcorte). 1ed. Viçosa/MG: UFV, 2016, v. 1, p. 103-120.
- RIGUEIRO, A L. N. **Protocolos para o uso combinado de monensina sódica e virginiamicina em dietas de bovinos Nelore confinados**. 2016. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Dracena, 2016.
- RUSSEL, J. B. e RYCHLIK, J. L. Factors that alter rumen microbial ecology. **Science**, v. 292, p. 1119-1122, 2001.
- RYAN, W. J. Compensatory growth in cattle and sheep. In: **Nutrition abstracts and reviews** (Series B), v. 50, p. 653-664, 1990.
- SAMUELSON, K. L. et al. Nutritional recommendations of feedlot consulting nutritionists: The 2015 New Mexico State and Texas Tech University survey. **Journal of Animal Science**, v. 94, p. 2648-2663, 2016.

- SCALES, G. H. e LEWIS, K. H. C. Compensatory growth in yearling beef cattle. **Society of Animal Production**, v. 31, p. 51-57, 1971.
- SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S. et al. Effect of bunk management on feeding behavior, ruminal acidosis and performance of feedlot cattle: A review. **Journal of Animal Science**, v. 81 (Supplement), p. 149-158, 2003.
- SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S. et al. Effect of feed delivery fluctuations and feeding time on ruminal acidosis, growth performance, and feeding behavior of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 3357-3365, 2004.
- SITTA, C. **Aditivos (ionóforos, antibióticos não ionóforos e probióticos) em dietas com altos teores de concentrado para tourinhos da raça Nelore em terminação**. 2011. 87 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.
- STOCK, R. A. et al. Effects of monensin and monensin and tylosin combination on feed intake variation of feedlot steers. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 39-44, 1995.
- SUGINO, T. et al. A transient ghrelin surge occurs just before feeding in a scheduled meal-fed sheep. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 295, p. 255-260, 2002.
- VASCONCELOS, J. T. e GALYEAN, M. L. Nutritional recommendations of feedlot consulting nutritionists: The 2007 Texas Tech University survey. **Journal of Animal Science**, v. 85, p. 2772-2781, 2007.
- WATANABE, D. H. M. et al. Feedlot performance and carcass traits of Nellore and 1/2 Angus x Nellore cattle adapted either for 9 or 14 days. In: 2015 ADSA-ASAS Joint Annual Meeting, 2015, Orlando. **Journal of Animal Science**. Champaign, IL: ASAS, 2015. v. 93. p. 727-727, 2015.
- WATANABE, D. H. M. **Desempenho de bovinos Nelore e ½ Angus/Nelore adaptados em confinamento por 9 ou 14 dias**. 2016. 73 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Dracena, 2016.
- WERTZ-LUTZ, A. E. et al. Circulating ghrelin concentrations fluctuate relative to nutritional status and influence feeding behavior in cattle. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 3285-3300, 2006.

- WERTZ-LUTZ, A. E. et al. Prolonged, moderate nutrient restriction in beef cattle results in persistently elevated circulating ghrelin concentrations. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 564-575, 2008.
- YAMBAYAMBA, E. S.; PRICE, M.; JONES, S. D. M. Compensatory growth of carcass tissues and visceral organs in beef heifers. **Livestock Production Science**, v. 46, n. 1, p. 19-32, 1996.
- YANG, W. Z.; BEAUCHEMIN, K. A.; VEDRES, D. D. Effects of pH and fibrolytic enzymes on digestibility, bacterial protein synthesis, and fermentation in continuous culture. **Animal Feed Science and Technology**, v. 102, p. 137-150, 2002.
- ZINN R. A. et al. Comparative effects of processing methods on the feeding value of maize in feedlot cattle. **Nutrition Research Reviews**, v. 24, p. 183-190, 2011.

CAPÍTULO 2

O artigo a seguir está redigido conforme as normas de publicação do Journal of Animal Science, exceto pelo idioma e abreviaturas.

1. INTRODUÇÃO

O período de adaptação é mais crítico durante o período de alimentação em confinamento, mesmo este representando menos de 20%, aproximadamente do tempo total para a maioria dos bovinos confinados. Em levantamentos realizados com os nutricionistas brasileiros Millen et al. (2009) e Oliveira e Millen (2014), relataram que a duração média do período de adaptação adotados pelos nutricionistas foram de 17,1 e 18,6 dias, respectivamente.

Vários estudos foram realizados anteriormente para determinar o período de adaptação mais adequado às dietas com altos teores de concentrado para bovinos Nelore (Parra, 2011; Estevam et al., 2015; Watanabe et al., 2015; Barducci et al., 2019). Nestes estudos foram testados períodos de adaptação de 6, 9, 14 e 21 dias, assim como dois tipos de protocolos para adaptação: escadas e restrição. Com base nos resultados dos estudos, constatou-se que o período de adaptação mais adequado para bovinos Nelore no Brasil é de 14 dias, independentemente do tipo de protocolo de adaptação adotado.

Entretanto, os animais utilizados nos estudos citados anteriormente não provinham de restrição nutricional prévia e ainda passaram por período de recebimento de dez dias, no qual consumiram dieta apenas para manutenção com base em forragem, a fim de eximir qualquer efeito de consumo prévio de ingredientes concentrados que pudessem ter acontecido. Em confinamentos comerciais, bovinos provindos de pastagens com suplementação de alimentos concentrados e também vindos de sistema de pastagem com oferta de alimento incapaz de suprir os requerimentos para manutenção, são adaptados da mesma forma que aqueles provenientes de sistemas de pastagem apenas com suplementação de mistura mineral completa, e que não perdem peso durante a época das secas. Segundo Nagaraja e Titgemeyer (2007) animais que consomem concentrado ou ainda que passam por restrição nutricional antes do período de adaptação apresentam maior risco de apresentarem distúrbios nutricionais como a acidose, uma vez que este é o principal problema de ordem nutricional que acomete os confinamentos no Brasil (Oliveira e Millen, 2014).

Assim sendo, torna-se necessário testar a hipótese de que bovinos com diferentes históricos nutricionais antes do período de adaptação podem ser adaptados no mesmo período. Deste modo, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados antes do período de adaptação sobre o tempo

de adaptação, desempenho produtivo, comportamento ingestivo, características de carcaça, morfometria ruminal e cecal em bovinos Nelore confinados.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos envolvendo o uso de animais neste estudo estavam de acordo com as diretrizes estabelecidas pelo Comitê de Ética em Pesquisa Animal da Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu (protocolo número 41/2015) e Campus de Dracena (protocolo número 05/2015).

2.1 Animais e Tratamentos

O estudo foi conduzido no confinamento experimental da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Dracena. Foram utilizados 96 animais, machos, não castrados, da raça Nelore, com peso vivo (**PV**) médio inicial de $365,52 \pm 39,19$ kg, provindos de sistema de recria em pastejo contínuo, com taxa de lotação ajustada e suplementação mineral.

Os animais foram submetidos a duas fases de avaliação, as quais foram denominadas de pré-adaptação e confinamento (alimentação com alta energia) e foram mantidos na mesma baía do confinamento desde o início da fase de pré-adaptação até o final da fase de confinamento, totalizando 144 dias nas mesmas, portanto os animais não tiveram efeito prévio de transporte, sendo divididos em: 32 dias da fase de pré-adaptação, em que os tratamentos foram aplicados e 112 dias da fase de confinamento.

Desta forma, antes do início da fase de pré-adaptação os animais foram divididos aleatoriamente em três tratamentos de acordo com o tipo de dieta fornecida nesta fase. Os tratamentos foram os seguintes: Restrição (forragem restrita a 1,4% do PV + suplemento mineral); Controle (forragem *ad libitum* + suplemento mineral) e Concentrado (forragem *ad libitum* + 0,5% do PV de ingredientes concentrados + suplemento mineral), o CMS em kg e em porcentagem do PV durante a fase de pré-adaptação estão apresentados nas Figuras 24 e 25, respectivamente. Após o término da fase de pré-adaptação, foi iniciado a fase de confinamento, na qual todos os animais receberam as mesmas dietas, tanto no período de adaptação, quanto no período de terminação.

2.2 Manejo, arraçãoamento e cuidado com os animais

Todos os animais foram submetidos ao mesmo fornecimento de dietas, tipo de alojamento e manejo. O programa de recebimento dos animais foi da seguinte forma: todos foram pesados, tratados com anti-helmínticos, e vacinados contra doenças virais e bacterianas (rota e coronavírus, tétano, botulismo e sete tipos de *Clostridium spp*; “Cattlemaster, Pfizer Animal Health, New York, NY”). O arraçãoamento foi feito três vezes ao dia: às 08:00 (35% do total), às 11:00 (30% do total) e às 16:00 (35% do total). As baias eram parcialmente concretadas, com lotação de 4 animais por baia (18 m² e 1,5 m linear de cocho por animal), com água à vontade disponível em bebedouro automático (3,00 × 0,80 × 0,20 m).

O protocolo de adaptação utilizado foi em escada (step up), sendo fornecidas duas dietas de adaptação, as quais continham 72% (Adaptação 1) e 79% (Adaptação 2) de ingredientes concentrados e a dieta de terminação foi composta por 86% de ingredientes concentrados. A transição das dietas de adaptação para a dieta de terminação foi feita da seguinte forma: quando os animais que estavam consumindo a dieta de adaptação 1 atingiram 85% do consumo de matéria seca (CMS) predito, estes começaram a receber a dieta de adaptação 2, que continha 79% de concentrado.

Consequentemente, assim que os animais atingiram 95% do CMS esperado, estes receberam a dieta de terminação com 86% de concentrado. O CMS esperado foi calculado com base na equação do NRC (1996): CMS, kg = 4,63 + 0,01422 × PV. Desta forma, foi determinado o tempo para adaptação completa de cada unidade experimental, ou seja, foram mensurados os dias necessários para levar os animais de 72% (adaptação 1) até 86% de concentrado (dieta de terminação).

As rações experimentais foram compostas por feno de Tifton, bagaço de cana, grãos de milho quebrado, farelo de algodão (Tabela 1), suplemento mineral, ureia e calcário e formuladas segundo o LRNS (Large Ruminant Nutrition System, Fox et al., 2004), nível 2, cujos níveis estão apresentados nas Tabelas 2 e 3. As rações da fase de pré-adaptação (Tabela 2) foram fornecidas de acordo com os tratamentos descritos anteriormente. As rações da fase de confinamento (Tabela 3) foram fornecidas *ad libitum* e submetidas a ajustes de quantidade diariamente, com base na quantidade de sobra nos cochos, a qual foi mantida entre 3 a 5% da quantidade oferecida

O CMS foi medido para cada baia por meio da pesagem do alimento fornecido diariamente, e consequente pesagem da sobra antes do trato da manhã seguinte, 24 horas após o fornecimento. A determinação da matéria seca (**MS**) da ração total foi efetuada todos os dias, a fim de se obter o CMS diária, o qual foi expresso em quilos e em porcentagem do PV.

2.3 Desempenho produtivo e características de carcaça

Os animais foram submetidos a jejum de sólidos por 16 horas no início e final da fase de pré-adaptação e início e final da fase de confinamento, dessa forma, foi calculado ao final do experimento o desempenho produtivo: o ganho de peso diário (**GPD**), utilizando os dados da pesagem inicial e final divididos pelo tempo de confinamento; a conversão alimentar (**CA**), obtida pela divisão do CMS total pelo ganho de PV total, a eficiência alimentar (**EA**), calculada pela divisão do ganho de peso total pelo CMS total.

A flutuação do CMS foi feita seguindo a metodologia proposta por Bevans et al. (2005), em que a diferença de CMS entre dois dias consecutivos representou a flutuação. Desta forma, a flutuação do CMS foi determinada diariamente durante todo o período experimental. Além disso, os dados de flutuação foram analisados nas fases de pré-adaptação (32 dias) e confinamento (112 dias).

As exigências de energia de ganho e de manutenção dos animais foram calculadas com base em metodologia do NRC (1984) e Lofgreen e Garrett (1968), relacionadas com GPD e peso metabólico. A partir destes valores, a energia líquida (Mcal/kg de MS) tanto de manutenção (**ELm**), como de ganho (**ELg**) proporcionada pelas dietas experimentais foi calculada conforme metodologia descrita por Zinn e Shen (1998), em que foram utilizados dados coletados sobre peso corporal médio, GPD e CMS.

Os animais foram abatidos em frigorífico comercial, sendo 24 animais abatidos ao final da fase de pré-adaptação (32 dias), para então se determinar as características iniciais de carcaça, rúmen e ceco e os outros 72 animais foram abatidos após 144 dias confinados (32 dias na fase de pré-adaptação e 112 dias na fase de confinamento), com PV final médio de $517,75 \pm 39,95$ kg.

O rendimento de carcaça quente (**RCQ**) inicial foi calculado a partir do peso de carcaça quente (**PCQ**) inicial dos 24 animais abatidos ao final da fase de pré-adaptação, obtido em frigorífico comercial. Para calcular o PCQ inicial da fase de confinamento foi utilizado a equação de regressão ($PCQ_{\text{inicial}} = -20,7561 + 0,5447 \times PV$; $R^2 = 0,93$), obtida por meio do PCQ dos 24 animais abatidos ao final da fase de pré-adaptação. O rendimento de carcaça quente final foi calculado a partir do PCQ final, obtido em frigorífico comercial, dividido pelo PV final do animal, obtido na fase de confinamento.

Os animais foram submetidos a três avaliações de ultrassonografia, no início e no final da fase de pré-adaptação, e ao final da fase de confinamento segundo a metodologia proposta por Perkins et al. (1992), utilizando-se unidades de ultrassom veterinário “Aloka – 500 SSD”, com sonda “linear de 3,5 Mhz” (Aloka Co. Ltd., Tokyo, Japan) e óleo vegetal como acoplante acústico para verificar o desenvolvimento da espessura de gordura subcutânea (**EGS**), área de olho de lombo (**AOL**) e marmoreio do músculo *Longissimus dorsi* (contra-filé) entre as 12ª e 13ª costelas; e espessura de gordura na garupa (**EGG**) sobre o músculo *Biceps femoris* (picanha). O ganho diário de PCQ, rendimento do ganho e eficiência biológica foram obtidos por meio das seguintes equações:

$$\text{Ganho diário de PCQ, kg} = (PCQ_{\text{final}} - PCQ_{\text{inicial}}) / \text{Dias} \quad [1]$$

$$\text{Rendimento do ganho, \%} = ((PCQ_{\text{final}} - PCQ_{\text{inicial}}) / \text{Dias} \times 100) / GPD \quad [2]$$

$$\text{Eficiência biológica, kg/@} = CMS_{\text{total}} / ((PCQ_{\text{final}} - PCQ_{\text{inicial}}) / 15) \quad [3]$$

2.4 Comportamento ingestivo e seletividade das partículas

Os animais foram submetidos a três observações visuais para avaliações do comportamento ingestivo, nos dias 18 (fase de pré-adaptação), 38 (fase de confinamento, durante o período de adaptação) e 102 (fase de confinamento, durante o período de terminação) do período experimental.

Para cada avaliação de comportamento ingestivo, foi seguida à metodologia de Robles et al. (2007), em que os animais tiveram seu comportamento registrado a cada cinco minutos, por um período de 24 horas consecutivas do seguinte modo: tempo em alimentação, ruminação e ócio (expresso em minutos), número de refeições por dia (foi considerada uma refeição, o tempo não interrompido que o animal ficou no cocho se alimentando). O CMS foi mensurado no dia de cada observação do comportamento, o

tempo em alimentação por refeição foi calculado dividindo o tempo em alimentação pelo número de refeições, o CMS por refeição foi calculado dividindo o CMS pelo número de refeições. Também, os dados de tempo em alimentação e ruminação foram usados para calcular as taxas de alimentação da MS (tempo em alimentação / CMS), taxa de ruminação da MS (tempo em ruminação / CMS), ambos expressos em minutos por kg de MS.

Amostras da dieta e das sobras foram coletadas para análises da FDN (Van Soest et al., 1991), para determinar o consumo da FDN, no dia de cada observação, desse modo foi calculado a taxa de alimentação da FDN (tempo em alimentação / consumo da FDN), taxa de ruminação da FDN (tempo em ruminação / Consumo da FDN). Também foi mensurado o consumo da FDN fisicamente efetivo (**peFDN**), assim, foi determinado a taxa de alimentação da peFDN (tempo em alimentação / consumo da peFDN) e taxa de ruminação da peFDN (tempo em ruminação / consumo da peFDN), ambos expressos em minutos por kg de FDN. A peFDN foi calculado a partir da distribuição das partículas usando-se o separador de partículas (Penn State Particle Separator, Nasco, Fort Atkinson, WI, EUA) e a FDN da dieta.

Nos dias de cada observação de comportamento ingestivo (18, 38 e 102 do período experimental) foram coletadas amostras da dieta total logo após o fornecimento e das sobras das 24 baias no dia subsequente para analisar a extensão da seleção de partículas da dieta usando-se o separador de partículas (Penn State Particle Separator, Nasco, Fort Atkinson, WI, EUA) como descrito por Heinrichs e Kononoff (1996).

A seleção de partículas foi calculada para cada porção retida em cada peneira, individualmente, como consumo observado / consumo esperado: em que:

Consumo observado = quantidade de ração oferecida × distribuição do tamanho de partículas da dieta total – (quantidade de sobras × distribuição do tamanho de partículas das sobras). [4]

Consumo esperado = distribuição do tamanho de partícula da dieta total × ingestão atual de matéria natural. [5]

Partículas maiores do que 19 mm foram denominadas de “longa”, partículas menores que 19 mm e maiores que 8 mm foram classificadas como “média”, 1,18 mm “curta” e caixa “fina”, como segue: (consumo / consumo esperado). Valores de seleção do consumo iguais a 1 indicam ausência de seleção, valores menores do que 1 indicam

menor consumo (seleção contra) e valores maiores do que 1 indicam maior consumo (seleção a favor) das partículas de cada peneira.

2.5 Abscessos hepáticos e morfometria do epitélio ruminal e cecal

Os abscessos hepáticos foram classificados de acordo com a incidência e severidade dos mesmos, de acordo com Brink et al. (1990), sendo classificados em: (0) – fígados sem abscessos; (A- ou 1) – fígados com um ou dois pequenos abscessos (bem menores que 2,5 cm de diâmetro) ou cicatrizes de abscessos; (A ou 2) – fígados com dois a quatro abscessos ativos (pouco menores que 2,5 cm de diâmetro); (A+ ou 3) – fígados com um ou mais, grandes abscessos (maiores que 2,5 cm de diâmetro) e porções do diafragma aderidos à superfície do fígado.

Após o abate e evisceração dos animais, os compartimentos do rúmen e retículo foram separados e limpos com água corrente, e classificados conforme a incidência de lesões, com base em uma escala de 0 (sem lesões) a 10 (lesões ulcerativas por todo o rúmen e ceco), as lesões no epitélio ruminal foram feitas seguindo metodologia descrita por Bigham e McManus (1975). A classificação das papilas ruminais foi feita por duas pessoas treinadas para este fim, sendo o escore final a média de ambos.

Além disso, um fragmento de 1 cm² de cada rúmen foi coletado do saco cranial e colocado em solução de PBS (PBS = 0,79 g de NaCl; 0,223 g de Na₂HPO₄; 0,0524 g de NaH₂PO₄; H₂O qsp 100 mL a 0,1 M e pH 7,4) e mantidas por um dia refrigeradas até a realização das mensurações morfológicas conforme Resende Júnior et al. (2006). Manualmente, foi determinado o número médio de papilas (**NMP**), em que 12 papilas foram coletadas aleatoriamente de cada fragmento e escaneadas, e a área média das papilas (**AMP**) foi determinada usando um sistema de análise de imagem (Image Tool, versão 2.01 alfa 4, UTHSCSA Dental Diagnostic Science, San Antonio, TX). A área de superfície absorptiva (**ASA**) em cm² foi calculada da seguinte forma: $ASA = 1 + (NMP \times AMP) - (NMP \times 0,002)$, onde 1 representa o fragmento coletado de 1 cm² e 0,002 é a área basal estimada das papilas em cm². A representatividade das papilas na ASA (**RPASA**), foi calculada da seguinte forma: $RPASA = (NMP \times AMP) / ASA \times 100$.

Outro fragmento de 1 cm² de cada rúmen foi coletado do saco ventral para avaliações histológicas. Os cortes histológicos foram corados com hematoxilina e eosina, embebidos em cera de parafina e seccionados (Odongo et al., 2006). As medidas

histológicas, como altura das papilas, largura das papilas, área superficial das papilas e espessura da camada queratinizada, foram realizadas em 4 papilas por animal. Após os procedimentos, as lâminas foram montadas e analisadas pelo “Analisador de Imagens Leica Qwin”, do microscópio eletrônico de luz Leica. Para a determinação do índice mitótico, contou-se o núcleo de 2 mil células da camada basal do epitélio ruminal, contabilizando quantos estavam em mitose, dividindo-os pelo total de núcleos contabilizados.

O mesmo fragmento de 1 cm² coletado do saco ventral também foi utilizado para a avaliação da proliferação celular das papilas do rúmen de acordo com o método imunohistoquímico adaptado de Pereira et al. (2010). As lâminas foram incubadas com inóculo primário (PCNA-PC10, Dako, Glostrup, Dinamarca) e diluídas em PBS para o controle positivo. Para o controle negativo, apenas o PBS foi adicionado ao controle de Isótopos Anti-Murganho IgG de Murganho (Sigma, Saint Louis, MO, EUA) em câmara refrigerada úmida escura (4 °C) durante a noite com uma diluição de 1:500 e utilizando 70 µL por amostra (para ambos os controles).

As lâminas foram montadas para análises usando o “Analisador de Imagens Leica Qwin”, do microscópio eletrônico de luz Leica. Quatro papilas de cada animal foram escolhidas aleatoriamente (dados finais representaram a média das 4 papilas) para determinar o número de núcleos de células em proliferação. O índice de proliferação celular foi expresso em porcentagem e calculado da seguinte forma: número de núcleos em proliferação / número de núcleos de células × 100.

A avaliação do escore de ceco foi realizada após a evisceração dos animais e lavagem do ceco. O epitélio cecal foi classificado de acordo com a presença de petéquias, utilizando-se uma escala de 0 (nenhuma petéquia) a 10 (petéquias graves). Todos os cecos foram analisados por duas pessoas treinadas e os dados finais representam a média dos escores. Um fragmento de 1 cm² de cada ceco foi amostrado para avaliação histológica e preservado em solução de paraformaldeído tamponado a 4% até as análises histológicas, adaptado de Devant et al. (2016). Para a análise histológica do epitélio cecal, as amostras de tecido foram desidratadas e embebidas em cera de parafina, seccionadas a 8 µm e coradas com hematoxilina e eosina. Medições histológicas, como a profundidade de cripta e células caliciformes, foram determinadas

em 10% do total de criptas contadas por animal, utilizando-se o “Analisador de Imagens Leica Qwin”.

2.6 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em função do PV inicial, em que as baias foram consideradas as unidades experimentais para todas as variáveis deste estudo. Foram realizados testes de normalidade dos resíduos e de heterogeneidade de variâncias antes de se proceder a análise de variância, e quando necessário, os dados foram transformados.

As variáveis de desempenho produtivo, comportamento ingestivo, seletividade da ração e características de carcaça foram analisados pelo PROC MIXED do SAS (SAS Inst., Inc., Cary, NC). Os dados de morfometria ruminal e cecal foram analisados com medidas repetidas no tempo usando a opção REPEATED do SAS (SAS Inst., Inc., Cary, NC). O modelo incluiu os termos descritos: tratamentos (restrição, controle, concentrado), fases (pré-adaptação e confinamento) e a interação tratamentos x fases.

Cada variável analisada como medida repetida no tempo foi sujeita a 8 estruturas de covariância, entre elas: composto não simétrico, composto simétrico, heterogêneo simétrico, auto regressivo de ordem um [AR (1)], autor regressivo heterogêneo de primeira ordem [ARH (1)], toeplitz, toeplitz heterogêneo e ante-dependência de ordem um [ANTE (1)]. A estrutura de covariância que apresentou menor critério Akaike and Schwarz's Bayesian com base na propriedade logarítmica -2 res log foi considerado como melhor ajuste. As análises de variância durante a fase de confinamento (112 dias) incluíram medidas de covariáveis de PVI (fase de Pré-Adaptação) nas variáveis GPD, CMS em porcentagem do PV, CA, EA, flutuação em kg e porcentagem, ELm, ELg e dias para adaptar. Os testes de normalidade e heterogeneidade das variâncias de tratamento foram realizados antes da análise dos dados, sendo o teste de Tukey utilizado para comparação entre médias, considerando o nível de 10% de significância.

Os dados de comportamento ingestivo não foram calculados como medidas repetida no tempo devido cada observação ter sido feita em uma determinada fase (pré-adaptação, confinamento no período de adaptação e terminação), onde as dietas foram diferentes, portanto, sem interesse do efeito de interação.

3. RESULTADOS

3.1 Desempenho produtivo e características de carcaça

Resultados do desempenho produtivo e características de carcaça estão apresentados nas tabelas 4 e 5. Em relação ao desempenho produtivo, na fase de pré-adaptação (Tabela 4), não foi observado efeito dos tratamentos ($P = 0,94$) apenas para PV inicial. Entretanto, animais submetidos ao consumo de concentrado tiveram maior ($P < 0,01$) PV final, GPD, CMS em kg e porcentagem do PV e melhor CA e EA do que os animais dos outros tratamentos.

Contudo, os animais no tratamento controle apresentaram a mesma ($P = 0,08$) ELM e ELG do que os animais submetidos a restrição alimentar e ao consumo de concentrado. Porém, animais submetidos a restrição alimentar tiveram menor ($P = 0,08$) ELM e ELG do que os animais submetidos ao consumo de concentrado. Animais submetidos a restrição alimentar, também apresentaram menores ($P < 0,01$) PV final, GPD, CMS em kg e porcentagem do PV, flutuações do CMS em kg e porcentagem e pior CA e EA do que os outros tratamentos. Entretanto, animais no tratamento controle apresentaram maior ($P < 0,01$) flutuação do CMS em porcentagem quando comparado aos outros tratamentos.

Em relação as características de carcaça, na fase de pré-adaptação (Tabela 4), não foi observado efeito dos tratamentos ($P > 0,10$) para EGS e EGG iniciais e marmoreio inicial e final. Animais submetidos ao consumo de concentrado tiveram maior ($P < 0,01$) PCQ, RCQ, ganho diário de EGS e EGG e EGG final ($P = 0,01$) do que os outros tratamentos. Entretanto, animais submetidos a restrição alimentar tiveram menor PCQ ($P < 0,01$) e AOL inicial ($P = 0,07$) quando comparado aos outros tratamentos. Porém, animais no tratamento controle apresentaram a mesma ($P = 0,02$) EGS final, AOL final ($P < 0,01$) e ganho diário de AOL ($P < 0,01$) do que os outros tratamentos e também tiveram o mesmo ($P < 0,01$) RCQ, ganho diário de EGS e EGG e EGG final quando comparado aos animais submetidos a restrição alimentar.

Em relação ao desempenho produtivo na fase de confinamento (Tabela 5), não foi observado efeito dos tratamentos ($P > 0,10$) para flutuação no CMS em kg e porcentagem e dias para adaptar. Entretanto, devido ao efeito prévio dos tratamentos, animais submetidos a restrição alimentar iniciaram a fase de confinamento com menor ($P < 0,01$) PV inicial quando comparado aos outros tratamentos, porém, apresentaram

maior ($P < 0,01$) CMS em porcentagem do PV e tiveram o mesmo PV final ($P = 0,05$) do que os outros tratamentos. Animais no tratamento controle apresentaram menor PV final ($P = 0,05$) do que os animais submetidos ao consumo de concentrado e menor ($P = 0,09$) ELM e ELG que os outros tratamentos. Contudo, animais submetidos ao consumo de concentrado apresentaram o mesmo ($P < 0,10$) GPD, CMS em kg, CA e EA do que os outros tratamentos. Porém, os animais no tratamento controle apresentaram pior ($P < 0,10$) GPD, CMS em kg e porcentagem do PV, CA e EA do que animais submetidos a restrição alimentar.

Em relação as características de carcaça, na fase de confinamento (Tabela 5), não foi observado efeito dos tratamentos ($P > 0,10$) para RCQ final, rendimento do ganho, eficiência biológica, EGG inicial, AOL final e marmoreio inicial e final. Entretanto, devido ao efeito prévio dos tratamentos, animais submetidos a restrição alimentar iniciaram a fase de confinamento com menor ($P < 0,06$) PCQ inicial, RCQ inicial, EGS inicial e AOL inicial, quando comparado aos outros tratamentos, porém, apresentaram o maior ($P = 0,10$) ganho diário de AOL.

Animais submetidos a restrição alimentar e ao consumo de concentrado apresentaram maior ($P < 0,10$) PCQ final, EGS final, ganho diário de EGS, EGG final e ganho diário de EGG do que os animais no tratamento controle. Contudo, animais submetidos ao consumo de concentrado apresentaram o mesmo ($P = 0,02$) ganho diário de PCQ do que os outros tratamentos e também apresentaram o mesmo ($P < 0,10$) EGS inicial, AOL inicial e ganho diário de AOL do que animais no tratamento controle. Porém, animais submetidos a restrição alimentar tiveram melhor ($P = 0,02$) ganho diário de PCQ do que os animais no tratamento controle.

3.2 Comportamento ingestivo e seletividade das partículas

Resultados do comportamento ingestivo e seletividade das partículas estão apresentados nas tabelas 6, 7 e 8. Em relação ao comportamento ingestivo, na fase de pré-adaptação (Tabela 6), não foi observado efeito dos tratamentos ($P = 0,70$) apenas para taxa de ruminação da MS. Entretanto, animais submetidos ao consumo de concentrado tiveram menor ($P < 0,01$) consumo da FDN, consumo da peFDN, CMS/consumo da FDN e CMS/consumo da peFDN, em consequência, apresentaram

maior ($P < 0,01$) taxa de alimentação e ruminação da FDN e taxa de alimentação e ruminação da peFDN quando comparado aos outros tratamentos.

Entretanto, animais submetidos a restrição alimentar tiveram menor ($P < 0,01$) tempo de alimentação, número de refeições, CMS, taxa de alimentação da MS, taxa de alimentação da FDN e taxa de alimentação da peFDN, em consequência, apresentaram maior ($P < 0,10$) tempo em ócio, tempo de alimentação por refeição, CMS por refeição, CMS/consumo da FDN e CMS/consumo da peFDN, quando comparado aos outros tratamentos. Contudo, os animais no tratamento controle apresentaram maior ($P < 0,01$) CMS, consequentemente também tiveram maior ($P < 0,04$) consumo da FDN e tempo em ruminação do que os animais dos outros tratamentos.

Animais no tratamento controle e animais submetidos a restrição alimentar apresentaram a mesma ($P < 0,01$) taxa de ruminação da FDN, consumo da peFDN e taxa de ruminação da peFDN. Animais no tratamento controle também tiveram o mesmo ($P < 0,10$) tempo em ócio, tempo em alimentação, tempo de alimentação por refeição, número de refeições, CMS por refeição e taxa de alimentação da MS do que animais submetidos ao consumo de concentrado. Animais submetidos a restrição alimentar e ao consumo de concentrado apresentaram o mesmo ($P < 0,01$) tempo em ruminação.

Em relação a seletividade das partículas, na fase de pré-adaptação (Tabela 6), foi observado efeito dos tratamentos ($P < 0,10$) para todas as variáveis avaliadas. Animais submetidos a restrição alimentar não apresentaram seleção de partículas ($P < 0,04$) para nenhuma peneira. Entretanto, os animais no tratamento controle e animais submetidos ao consumo de concentrado tiveram menor ($P < 0,04$) consumo de partículas longas e médias e apresentaram maior ($P < 0,01$) consumo de partículas curtas e finas.

Em relação ao comportamento ingestivo, na fase de confinamento no período de adaptação (Tabela 7), não foi observado efeito dos tratamentos ($P > 0,10$) para a maioria das variáveis avaliadas, exceto para tempo em alimentação, tempo em alimentação por refeição e taxa de alimentação da MS. Animais submetidos a restrição alimentar apresentaram maior ($P < 0,03$) tempo em alimentação, tempo de alimentação por refeição e taxa de alimentação da MS do que os outros tratamentos. Animais submetidos ao consumo de concentrado e animais no tratamento controle apresentaram

o mesmo ($P < 0,03$) tempo em alimentação, tempo de alimentação por refeição e taxa de alimentação da MS.

Em relação a seletividade das partículas, na fase de confinamento no período de adaptação (Tabela 7), não foi observado efeito dos tratamentos ($P > 0,10$) para nenhuma das variáveis avaliadas. Porém, animais submetidos a restrição alimentar, os animais no tratamento controle e os animais submetidos ao consumo de concentrado selecionaram menos partículas longas e médias e mais partículas curtas e finas.

Em relação ao comportamento ingestivo, na fase de confinamento no período de terminação (Tabela 8), não foi observado efeito dos tratamentos ($P > 0,10$) para a maioria das variáveis avaliadas, exceto para número de refeições e CMS por refeição. Animais submetidos a restrição alimentar apresentaram o mesmo ($P = 0,08$) número de refeições do que os outros tratamentos. Entretanto, animais submetidos ao consumo de concentrado tiveram menor ($P = 0,08$) número de refeições do que os animais no tratamento controle. Em contrapartida, os animais no tratamento controle apresentaram menor ($P = 0,07$) CMS por refeição quando comparado aos animais submetidos a restrição alimentar e ao consumo de concentrado.

Em relação a seletividade das partículas, na fase de confinamento no período de terminação (Tabela 8), foi observado efeito dos tratamentos ($P > 0,10$) para todas as variáveis avaliadas. Animais submetidos a restrição alimentar e os animais no tratamento controle selecionaram menos ($P = 0,08$) partículas longas do que animais submetidos ao consumo de concentrado. Porém, os animais no tratamento controle e animais submetidos ao consumo de concentrado selecionaram mais ($P = 0,03$) partículas médias do que animais submetidos a restrição alimentar. Entretanto, todos os animais selecionaram mais partículas curtas ($P = 0,03$) e menos partículas finas ($P = 0,04$).

3.3 Abscessos hepáticos e morfometria do epitélio ruminal e cecal

Nenhum abscesso hepático foi encontrado nos animais avaliados neste estudo. Resultados da morfometria do epitélio ruminal e cecal estão apresentados na tabela 9. Não foi observado ($P > 0,10$) efeito principal dos tratamentos, fases e interação entre os tratamentos e fases para escore de rumenites, largura de papilas, área média das papilas, número de criptas e células caliciformes. Em relação às variáveis macroscópicas, foi

observado efeito principal para tratamentos ($P = 0,08$) para NMP e ASA, em que, animais submetidos a restrição alimentar apresentaram maior NMP e ASA do que os outros tratamentos. Foi observado efeito principal para fase ($P < 0,01$) para NMP, AMP, ASA e RPASA. Animais que foram abatidos ao final da fase de pré-adaptação tiveram maior NMP, porém, apresentaram menor ASA e RPASA do que animais abatidos ao final da fase de confinamento.

Também foi observada interação entre tratamentos e fases ($P = 0,05$) para AMP (Figura 26). Animais que foram abatidos ao final da fase de pré-adaptação tiveram menor AMP do que os animais abatidos ao final da fase de confinamento, independente do tratamento. Entretanto, animais que foram abatidos ao final da fase de confinamento e submetidos ao consumo de concentrado apresentaram a mesma AMP que os outros tratamentos. Contudo, animais submetidos à restrição alimentar que foram abatidos ao final da fase de confinamento, apresentaram maior AMP quando comparado aos animais no tratamento controle.

Em relação às variáveis microscópicas, foi observado efeito principal para tratamentos ($P < 0,01$) apenas para altura de papilas. Animais submetidos a restrição alimentar apresentaram a mesma altura de papilas do que os outros tratamentos, porém, animais no tratamento controle tiveram maior altura de papilas do que animais submetidos ao consumo de concentrado. Foi observado efeito principal para fase ($P < 0,01$) apenas para proliferação celular. Animais que foram abatidos ao final da fase de pré-adaptação tiveram maior proliferação celular do que animais abatidos ao final da fase de confinamento.

Também foi observada interação entre tratamentos e fases para espessura da camada de queratina ($P = 0,04$; Figura 27) e índice mitótico ($P = 0,08$; Figura 28). Animais que foram abatidos ao final da fase de pré-adaptação tiveram menor espessura da camada de queratina do que os animais abatidos ao final da fase de confinamento, independente do tratamento. Entretanto, animais que foram abatidos ao final da fase de confinamento e submetidos ao consumo de concentrado apresentaram menor espessura da camada de queratina do que animais submetidos a restrição alimentar e animais no tratamento controle que foram abatidos ao final da fase de confinamento.

Animais submetidos ao consumo de concentrado que foram abatidos ao final da fase de pré-adaptação apresentaram menor índice mitótico quando comparado aos

animais no tratamento controle e aos animais abatidos ao final da fase de confinamento. Animais que foram submetidos à restrição alimentar que foram abatidos ao final da fase de confinamento tiveram o mesmo índice mitótico do que animais no tratamento controle e animais submetidos ao consumo de concentrado que foram abatidos ao final da fase de confinamento e animais no tratamento controle que foram abatidos ao final da fase de pré-adaptação. Contudo, animais no tratamento controle que foram abatidos ao final da fase de pré-adaptação apresentaram o mesmo índice mitótico do que animais submetidos a restrição alimentar que também foram abatidos ao final da fase de pré-adaptação.

Em relação à morfometria cecal, foi observado efeito principal para fases ($P = 0,02$) apenas para profundidade de criptas. Animais que foram abatidos ao final da fase de pré-adaptação tiveram maior profundidade de criptas do que animais abatidos ao final da fase de confinamento. Também foi observada interação entre tratamentos e fases para escore de ceco ($P = 0,03$; Figura 29). Animais no tratamento controle que foram abatidos ao final da fase de pré-adaptação apresentaram mais lesões no epitélio cecal do que os animais submetidos à restrição alimentar e ao consumo de concentrado, também abatidos ao final da fase de pré-adaptação e do que os animais submetidos a restrição alimentar, no tratamento controle e animais submetidos ao consumo de concentrado, que foram abatidos ao final da fase de confinamento.

4. DISCUSSÃO

4.1 Período de adaptação

O consumo de 0,5% do PV de concentrado ou a restrição alimentar em 1,4% do PV por 32 dias não afetou o período de adaptação de bovinos Nelore confinados, o qual ocorreu em 14 dias. Diversos estudos avaliando o período de adaptação nas realidades brasileiras também recomendam adaptar bovinos Nelore neste período.

Parra (2011) avaliou os períodos de adaptação de 14 e 21 dias para bovinos Nelore, o autor observou que animais adaptados em 21 dias tiveram maior NMP, ASA e RPASA ao final do período de adaptação quando comparado a animais adaptados em 14 dias. Entretanto, ao final do período de terminação, essas variáveis foram igualadas e animais adaptados em 14 dias apresentaram maior PCQ do que animais adaptados em 21 dias, em decorrência ao maior CMS da dieta de terminação. Barducci et al. (2019)

avaliaram os períodos de adaptação de 9 e 14 dias para bovinos Nelore, os autores observaram que animais adaptados em 14 dias tiveram maior NMP, ASA, RPASA e índice de células em proliferação ao final do período de adaptação do que animais adaptados em 9 dias.

Estevam et al. (2015), avaliaram os períodos de 6, 9, 14 e 21 dias para bovinos Nelore, os autores observaram que animais adaptados em 14 dias apresentaram maior NMP, ASA e RPASA, consequentemente, animais adaptados em 14 dias tiveram melhor desempenho produtivo e características de carcaça do que os adaptados nos outros períodos. Watanabe et al. (2015) avaliaram os períodos de adaptação de 9 e 14 dias em bovinos Nelore e ½ Angus/Nelore terminados em confinamento, os autores concluíram que o período de adaptação mais seguro para ambos genótipos foi o de 14 dias e que o genótipo de melhor desempenho produtivo foi o ½ Angus/Nelore.

De acordo com Brown et al. (2006), adaptar bovinos em um período menor do que 14 dias pode resultar em perda de desempenho produtivo, porém, adaptar em um período maior, poderia comprometer o desempenho produtivo devido ao menor CMS da dieta de terminação, ou ainda, aumentar o custo de produção. Portanto, 14 dias de adaptação é o período de tempo que o rúmen de bovinos Nelore leva para se estabelecer para obter o máximo benefício da dieta e absorver adequadamente os AGCC.

4.2 Efeito da restrição nutricional

Animais submetidos à restrição alimentar, durante a fase de pré-adaptação apresentaram menor PV final, GPD, EA e PCQ devido a dieta fornecida apresentar menor ELg e ainda o CMS ter sido restrito em quantidade, quando comparado aos outros tratamentos.

O maior GPD, CMS, EA, PCQ final, EGS e EGG final, NMP e ASA dos animais submetidos a restrição alimentar durante a fase de confinamento (realimentação) quando comparado aos animais no tratamento controle podem ser explicados em parte pelo ganho compensatório, que pode ser definido como um crescimento acelerado após um período de depleção no crescimento, devido à algum fator ambiental qualquer, em comparação a outro organismo desempenhando crescimento normal (Hornick et al., 2000).

A resposta do ganho compensatório, no presente estudo, parece ser em parte devido ao maior CMS, tanto em kg quanto em porcentagem do PV e melhor CA e EA, dos animais submetidos a restrição alimentar quando comparado aos animais no tratamento controle. Diversos estudos têm reportado aumento no CMS em animais submetidos a restrição alimentar no período de realimentação (Wertz-Lutz et al., 2006; Keogh et al., 2015a; Keogh et al., 2015b)

O maior CMS dos animais submetidos à restrição alimentar em comparação aos animais no tratamento controle se deve a alterações nas concentrações plasmáticas de grelina e leptina (Houseknecht et al., 1998; Wertz-Lutz et al., 2008); entretanto, esses hormônios não foram mensurados no presente estudo. Grelina e leptina são hormônios que têm sido relatados em animais que passaram por um período de restrição alimentar, por influenciar o CMS, o metabolismo energético e o adipócito, porém, pode ter significativa relevância para a EA e composição do ganho de PV (Houseknecht et al., 1998; Wertz-Lutz et al., 2008).

Devido ao maior CMS, animais que passaram por restrição nutricional podem ter produzido maior quantidade de propionato, o que resultou em maior NMP, ASA e apresentaram o mesmo escore de rumenites quando comparado aos outros tratamentos. Segundo Costa et al. (2008) o propionato é o AGCC responsável por promover o crescimento de papilas ruminais metabolicamente ativas. De acordo com Melo et al. (2013), a ASA é a variável ruminal mais correlacionada com a velocidade de absorção dos AGCC. A maior ASA dos animais submetidos à restrição alimentar proporcionou maior absorção de AGCC, o que resultou em maior PCQ, ganho diário de PCQ, deposição de gordura e ganho diário de AOL do que os animais no tratamento controle.

Assim como no presente estudo, Keogh et al. (2015a) também observaram menor crescimento muscular e deposição de gordura durante a fase de restrição alimentar seguido por maior crescimento muscular e deposição de gordura durante a fase de realimentação em animais que passaram por um período de restrição nutricional. Yambayamba et al. (1996) observaram que animais abatidos no período do ganho compensatório apresentaram menor ganho de carcaça quando comparado a animais abatidos fora do mesmo período. Os autores atribuíram esse fato devido aos órgãos internos serem os primeiros a responderem à restrição e realimentação, portanto, quanto

maior for o período de realimentação, os órgãos irão se recompor e consequentemente maior será o período de ganho dos componentes da carcaça, como o músculo e gordura.

Contudo, diversos estudos concordam que o crescimento compensatório ocorre durante os 2 primeiros meses de realimentação (Hayden et al., 1993; Hornick et al., 2000) e segundo Hornick et al. (2000), quando a restrição de crescimento é moderada (GPD de 300 g) a taxa de crescimento compensatório é de aproximadamente 30 dias. No presente estudo, apesar dos animais submetidos à restrição alimentar apresentarem menor PCQ, RCQ, EGS e AOL iniciais no começo da fase de confinamento, os mesmos foram submetidos à restrição moderada (GPD de 360 g; Tabela 4) e foram abatidos após 112 dias de alimentação com alta energia. Outro fator que deve ser levado em consideração foi que a observação do comportamento ingestivo durante a fase de confinamento no período de terminação foi feita no dia 102 do período de experimental, portanto, não havia mais crescimento compensatório, sendo assim, o comportamento ingestivo se normalizou, porém, os animais submetidos a restrição alimentar ainda apresentaram maior CMS por refeição do que os animais no tratamento controle.

Segundo Baldwin (1995), animais que passam por crescimento compensatório apresentam redução no trato gastrointestinal de 6,5%. Devido à redução no tamanho do rúmen e associado ao mesmo CMS do que os outros tratamentos, animais submetidos a restrição alimentar no período de adaptação tiveram maior tempo em alimentação, tempo em alimentação por refeição e taxa de alimentação da MS. Portanto, a restrição alimentar em 1,4% do PV durante 32 dias, antes do período de adaptação, melhorou o GPD, CMS, CA, EA, PCQ final, EGS e EGG final, NMP e ASA de bovinos Nelore confinados. Entretanto, vários são os fatores que influenciam o ganho compensatório, por isto esta resposta animal é muito variável, sendo suas causas ainda não muito bem elucidadas apesar deste fenômeno ser bem conhecido.

4.3 Efeito do consumo de concentrado

Os animais submetidos ao consumo de concentrado, durante a fase de pré-adaptação apresentaram maior PV final, GPD, CMS, PCQ, RCQ, depositaram mais gordura na carcaça e tiveram melhor CA e EA devido a dieta fornecida apresentar maior ELg do que a dieta fornecida aos outros tratamentos (0,99 vs. 0,73 Mcal/kg de MS, respectivamente; Tabela 2). Contudo, os mesmos apresentaram a maior ELM, devido ao

maior PV final. Segundo o BCNRM (2016) animais mais pesados e com maior deposição de gordura possuem maior ELM do que animais mais leves e com menor gordura na carcaça. Sainz et al. (1995) relataram que mudanças na composição corporal por meio de nutrição prévia resultaram em diminuição ou aumento dos requerimentos de energia de bovinos em crescimento, dependendo do tipo de dieta e do CMS.

A maior flutuação do CMS dos animais no tratamento controle, durante a fase de pré-adaptação, se deve tanto ao maior CMS quanto ao maior consumo da FDN. A FDN representa a fração insolúvel da dieta, que pode ocupar espaço no trato gastrointestinal (Van Soest, 1994). O maior consumo da FDN diminui a taxa de passagem (Mertens, 1997) o que levou a um maior tempo em ruminação. O maior consumo de frações insolúveis pode ter contribuído para maiores lesões no ceco, devido ao maior contato físico dessas partículas com o epitélio, o que foi reduzido ao final da fase de confinamento devido à baixa quantidade da FDN na dieta, quando comparado com a fase de pré-adaptação (57,30 vs. 18,10%, respectivamente; Tabela 2 e 3). A maior altura de papilas dos animais no tratamento controle quando comparado aos submetidos ao consumo de concentrado se deve a maior seletividade das partículas curtas durante a fase de confinamento no período de terminação.

O desempenho produtivo, comportamento ingestivo e desenvolvimento do epitélio ruminal dos animais submetidos ao consumo de concentrado durante a fase de confinamento foram semelhantes na maioria das variáveis avaliadas quando comparados aos animais no tratamento controle. Porém, apesar de animais submetidos ao consumo de concentrado apresentaram a mesma EGS e EGG do que animais no grupo controle no início da fase de confinamento, os mesmos tiveram maior PCQ, EGS e EGG ao final da fase de confinamento. Hersom et al. (2004), também observaram maior deposição de gordura e PCQ ao final da fase de confinamento em animais que tiveram alto GPD (1,31 kg/dia) quando comparado a animais com GPD intermediário (0,54 kg/dia) e baixo (0,16 kg/dia), durante a fase que antecede o confinamento.

Segundo Owens et al. (1993), animais mais pesados tendem a ter maior deposição de gordura do que animais mais leves, independente do “frame size”. De acordo com Owens et al. (1995), a deposição de gordura na carcaça é afetada de forma quadrática e a deposição de proteína é afetada de forma linear de acordo com o PV animal. Devido a este efeito, a deposição de gordura é maior do que a de proteína,

conforme aumenta-se o PV do animal. No presente estudo, o maior PCQ, EGS e EGG dos animais submetidos ao consumo de concentrado se deve ao maior PV e PCQ inicial. Portanto, o fornecimento de 0,5% do PV de concentrado durante 32 dias, antes da fase de confinamento, contribuiu para aumentar PCQ, EGS e EGG de bovinos Nelore confinados.

5. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que a restrição nutricional ou o fornecimento de ingredientes concentrados antes do período de adaptação não afetaram o período de adaptação e a restrição nutricional em 1,4% do PV por 32 dias melhorou o desempenho produtivo, características de carcaça e morfometria ruminal em bovinos Nelore confinados.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. AOAC Int., Arlington, VA.
- AOAC. 1997. Official methods of analysis. 16th ed. AOAC Int., Arlington, VA.
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 17th ed. AOAC, Int., Arlington, VA.
- Baldwin, R. L. 1995. Modeling Ruminant Digestion and Metabolism. New York: Chapman & Hall, 578p.
- Barducci, R. S.; L. M. N. Sarti, D. D. Millen, T. C. Putarov, M. C. S. Franzói, F. A. Ribeiro, A. Perdigão, D. D. Estevam, T. V. B. Carrara, A. L. N. Rigueiro, D. H. M. Watanabe, L. L. Cursino, C. L. Martins, M. C. S. Pereira, and M. D. B. Arrigoni. 2019. Restricted versus step-up dietary adaptation in Nellore bulls: Effects over periods of 9 and 14 days on feedlot performance, feeding behavior and rumen morphometrics. *Anim. Feed Sci. Technol.* 247:222-233.
- BCNRM (Beef Cattle Nutrient Requirements Model). 2016. Nutrient requirements of beef cattle. 8th ed. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Bevans, D. W., K. A. Beauchemin, K. S. Schwartzkopf-genswein, J. J. McKinnon, and T. A. McAlliste. 2005. Effect of rapid or gradual grain adaptation on subacute acidosis and feed intake by feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 83:1116-1132.
- Bigham, M. L., and W. R. McManus. 1975. Whole wheat grain feeding of lambs. Effects of roughage and wheat grain mixtures. *Aust. J. Agric. Res.* 26:1053-1062.

- Brink, D. R.; S. R. Lowry, R. A. Stock, and J. C. Parrott. 1990. Severity of liver abscesses and efficiency of feed utilization of feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 68:1201-1207.
- Brown, M. S., C. H. Ponce, and R. Pulikani. 2006. Adaptation of beef cattle to high concentrate diets: Performance and ruminal metabolism. *J. Anim. Sci.* 84:25-33.
- Costa, S. F., M. N. Pereira, L. Q. Melo, J. C. Resende Júnior, and M. L. Chaves. 2008. Alterações morfológicas induzidas por butirato, propionato e lactato sobre a mucosa ruminal e a epiderme de bezerros-I Aspectos histológicos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 60:1-9.
- Devant, M., G. B. Penner, S. Marti, B. Quintana, F. Fábregas, A. Bach, and A. Arís. 2016. Behavior and inflammation of the rumen and cecum in Holstein bulls fed high-concentrate diets with different concentrate presentation forms with or without straw supplementation. *J. Anim. Sci.* 94:3902-3917
- Estevam, D. D., D. D. Millen, I. C. Pereira, R. A. Rizzieri, G. F. Melo, A. Perdigão, C. L. Martins, and M. D. B. Arrigoni. 2015. Effects of conventional dietary adaptation over periods of 6, 9, 14, and 21 days on feedlot performance and carcass traits of Nellore cattle. In: 2015 ADSA-ASAS Joint Annual Meeting, 2015, Orlando. *Journal of Animal Science*. Champaign, IL: ASAS, 2015. 93:723-723.
- Fox, D. G., L. O. Tedeschi, T. P. Tylutki, J. B. Russell, M. E. Van Amburgh, L. E. Chase, A. N. Pella, and T. R. Overton. 2004. The cornell net carbohydrate and protein system model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. *Anim Feed Sci Technol.* 112:29-78.
- Hayden, J. M., J. E. Williams, and R. J. Collier. 1993. Plasma growth hormone, insulin-like growth factor, insulin, and thyroid hormone association with body protein and fat accretion in steers undergoing compensatory gain after dietary energy restriction. *J. Anim. Sci.* 71:3327-3338.
- Heinrichs, J. and Kononoff, P. 1996. In evaluating particle size of forages and TMRs using the Penn State Particle Size Separator. *D. Anim. Sci.* 1-14.
- Hersom, M. J., G. W. Horn, C. R. Krehbiel and W. A. Phillips. 2004. Effect of live weight gain of steers during winter grazing: I. Feedlot performance, carcass characteristics, and body composition of beef steers. *J. Anim. Sci.* 82:262-272.

- Hornick, J. L., C. Van Eenae, O. Ge´rard, I. Dufrasne, and L. Istasse. 2000. Mechanisms of reduced and compensatory growth. *Domest. Anim. Endocrinol.* 19:121-132.
- Houseknecht, K. L., C. A. Baile, R. L. Matteri, and M. E. Spurlock. 1998. The biology of leptin: A review. *J. Anim. Sci.* 76:1405-1420.
- Keogh, K., S. M. Waters, A. K. Kelly, A. R. G. Wylie, H. Sauerwein, T. Sweeney, and D. A. Kenny. 2015b. Feed restriction and realimentation in Holstein–Friesian bulls: II. Effect on blood pressure and systemic concentrations of metabolites and metabolic hormones. *J. Anim. Sci.* 93:3590-3601.
- Keogh, K., S. M. Waters, A. K. Kelly, and D. A. Kenny. 2015a. Feed restriction and subsequent realimentation in Holstein Friesian bulls: I. Effect on animal performance; muscle, fat, and linear body measurements; and slaughter characteristics. *J. Anim. Sci.* 93:3578-3589.
- Lofgreen, G. P. and Garret, W. N. 1968. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. *J. Anim. Sci.* 27:793-806.
- Melo, L. Q., S. F. Costa, F. Lopes, M. C. Guerreiro, L. E. Armentano, and M. N. Pereira. 2013. Rumen morphometrics and the effect of digesta pH and volume on volatile fatty acid absorption. *J. Anim. Sci.* 91:1775-1783.
- Mertens, D. R. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80:1463-1481.
- Millen, D. D., R. D. L. Pacheco, M. D. B. Arrigoni, M. L. Galyean, and J. T. Vasconcelos. 2009. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. *J. Anim. Sci.* 87:3427-3439.
- Nagaraja, T. G., and E. C. Titgemeyer. 2007. Ruminal acidosis in beef cattle: the current microbiological and nutritional outlook. *J. Dairy Sci.* 90(E. Suppl.):E17–E38.
- NRC (National Research Council). 1984. Nutrient requirements of beef cattle. 6th ed. Washington, D.C.: National Academy Press.
- NRC (National Research Council). 1996. Nutrient requirements of beef cattle. 7.ed. Washington: National Academy Press, 242p

- Odongo, N. E., O. AlZahal, M. I. Lindinger, T. F. Duffield, E. V. Valdes, S. P. Terrel, and, B. W. McBride. 2006. Effects of mild heat stress and grain challenge on acid-base balance and rumen tissue histology in lambs. *J. Anim. Sci.* 84:447-455.
- Oliveira, C. A., and D. D. Millen. 2014. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. *Anim. Feed Sci. Tech.* 197:64-75.
- Owens, F. N., D. R. Gill, D. S. Secrist, and S. W. Coleman. 1995. Review of Some aspects of growth and development of feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 73:3152-3172.
- Owens, F. N., P. Dubeski, and C. F. Hanson. 1993. Factors that alter the growth and development of ruminants. *J. Anim. Sci.* 71:3138-3150.
- Parra, F. S. Protocolos de adaptação à dietas com alta inclusão de concentrados para bovinos nelore confinados. 2011. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.
- Pereira, F. T., F. C. Braga, K. C. Burioli, J. R. Kafoury, L. J. Oliveira, P. C. Papa, A. F. Carvalho, C. E. Ambrósio, F. W. Bazer, and M. A. Miglino. 2010. Transplacental transfer of iron in the water buffalo (*Bubalus bubalis*): uteroferrin and Erythrophagocytosis. *Reprod. Domest. Anim.* 45: 907-914.
- Perkins, T. L., R. D. Green, and K. E. Hamlin. 1992. Evaluation of ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 70:1002-1010.
- Resende Júnior, J. C., L. S. Alonso, and M. N. Pereira. 2006. Effect of the feeding pattern on rumen wall morphology of cows and sheep. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.* 43: 526-536.
- Robles, V., L. A. González, A. Ferret, X. Manteca, and S. Calsamiglia. 2007. Effects of feeding frequency on intake, ruminal fermentation, and feeding behavior in heifers fed high-concentrate diets. *J. Anim. Sci.* 85:2538-2547.
- Sainz, R. D., F. Del Torre, and J. W. Oltjen. 1995. Compensatory growth and carcass quality in growth-restricted and refed beef steers. *J. Anim. Sci.* 73:2971-2979.
- SAS Institute (2003) 'SAS/STAT user's guide. Release 9.1.' (SAS Institute: Cary, NC).
- Van Soest, P. J. (1994). 'Nutritional ecology of the ruminant.' 2nd edn. (Cornell University Press: Ithaca, NY).

- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 74(10):3583-3597.
- Watanabe, D. H. M., M. C. S. Pereira, A. C. J. Pinto, W. I. Silva Filho, G. P. Bertoldi, A. L. N. Rigueiro, A. A. Santos, P. C. S. Santos, L. F. Rebeschini, P. F. Santi, J. V. T. Dellaqua, M. D. B. Arrigoni, and D. D. Millen. 2015. Feedlot performance and carcass traits of Nellore and 1/2 Angus x Nellore cattle adapted either for 9 or 14 days. In: 2015 ADSA-ASAS Joint Annual Meeting, 2015, Orlando. *Journal of Animal Science*. Champaign, IL: ASAS, 2015. 93:727-727.
- Wertz-Lutz, A. E., J. A. Daniel, J. A. Clapper, A. Trenkle, and D. C. Beitz. 2008. Prolonged, moderate nutrient restriction in beef cattle results in persistently elevated circulating ghrelin concentrations. *J. Anim. Sci.* 86:564–575.
- Wertz-Lutz, A. E., T. J. Knight, R. H. Pritchard, J. A. Daniel, J. A. Clapper, A. J. Smart, A. Trenkle, and D. C. Beitz. 2006. Circulating ghrelin concentrations fluctuate relative to nutritional status and influence feeding behavior in cattle. *J. Anim. Sci.* 84:3285-3300.
- Yambayamba, E. S. K , M. A. Price, and S. D. M. Jones. 1996. Compensatory growth of carcass tissues and visceral organs in beef heifers. *Livest Prod Sci.* 46:19-32.
- Zinn, R. A. and Y. Shen. 1998. An evaluation of ruminally degradable intake protein and metabolizable amino acid requirements of feedlot calves. *J. Anim. Sci.* 76:1280-1289.

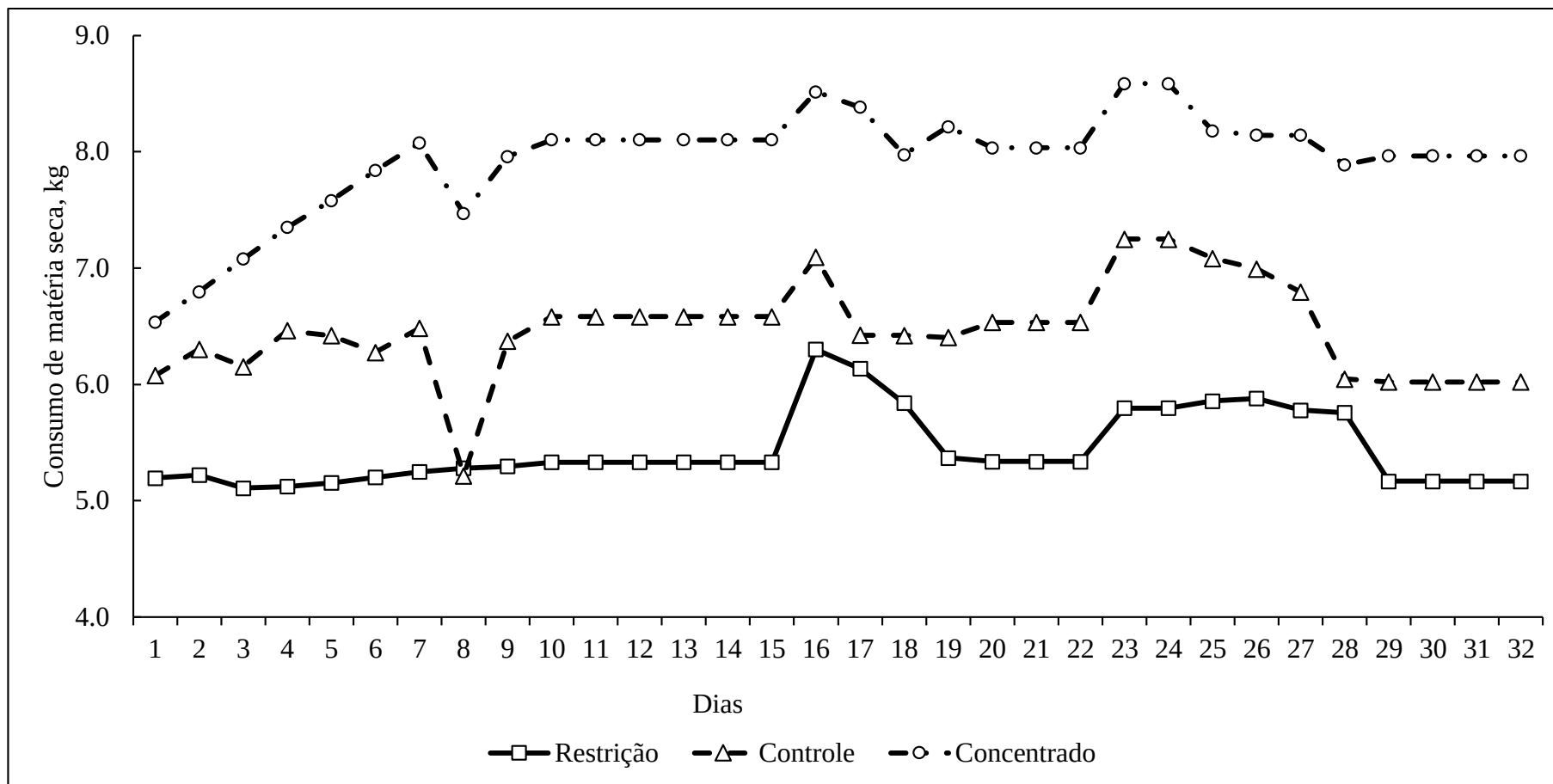


Figura 24. Média do consumo de matéria seca em kg dos tratamentos (restrição, controle e concentrado) durante a fase de pré-adaptação.

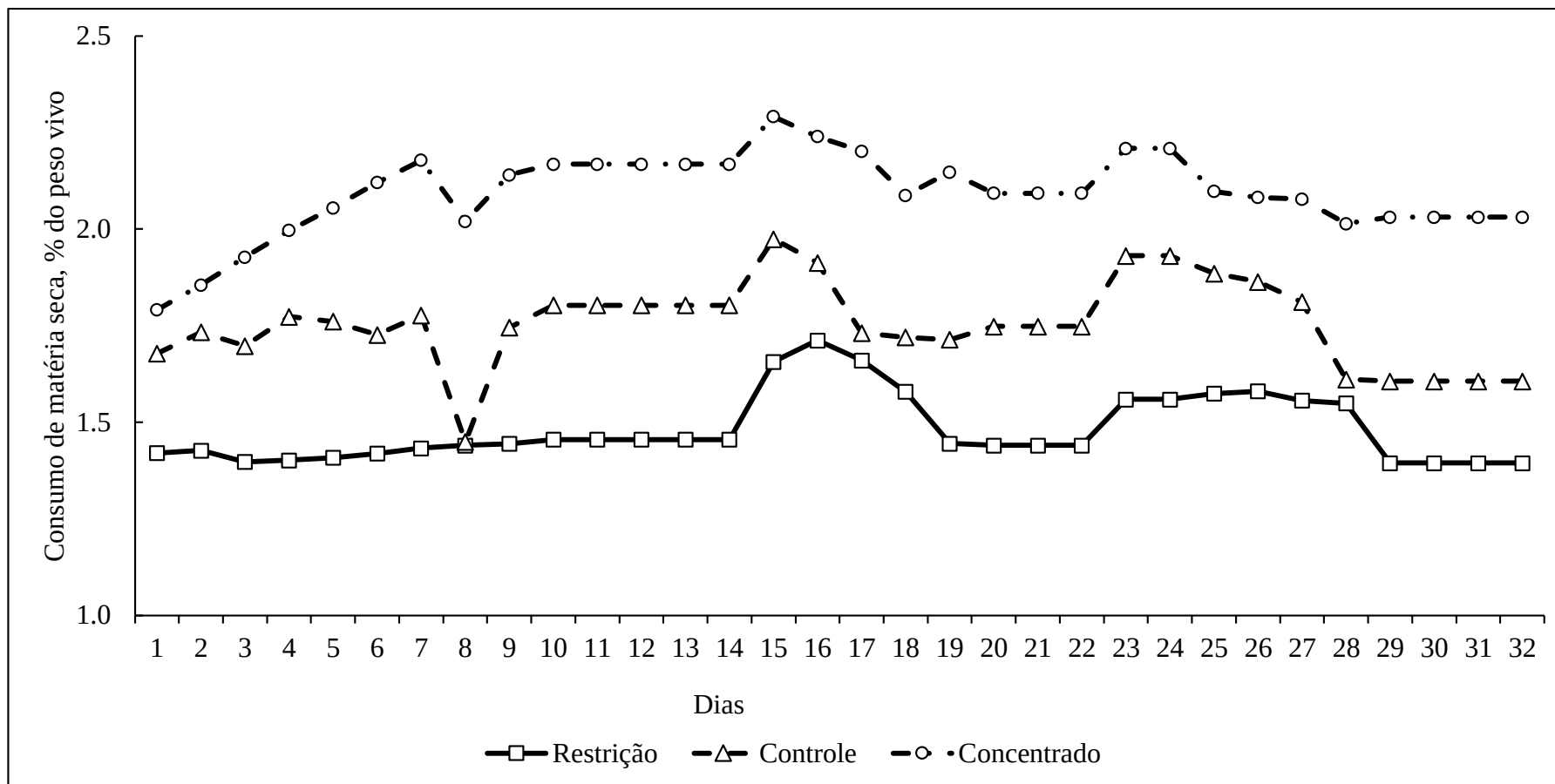


Figura 25. Média do consumo de matéria seca em porcentagem do peso vivo dos tratamentos (restrição, controle e concentrado) durante a fase de pré-adaptação.

Tabela 1. Composição nutricional dos ingredientes fornecidos aos bovinos Nelore durante o período experimental (fases de pré-adaptação e confinamento).

Composição nutricional	Ingrediente (% da MS ¹)			
	Feno	Bagaço de cana	Milho	F. Algodão
Matéria seca	92,23	68,70	90,96	88,89
Proteína bruta ²	7,54	1,60	8,74	40,76
Fibra em detergente neutro ³	58,63	85,22	10,04	28,65
Fibra em detergente ácido ³	37,2	58,02	3,25	20,80
Extrato etéreo ⁴	2,20	1,00	3,70	1,60
Matéria mineral ⁵	1,16	2,50	1,40	1,09

¹Matéria seca; ²A proteína bruta foi determinada de acordo com o método 990.02 (AOAC, 1997); ³A fibra em detergente neutro e ácido foram determinados de acordo com Van Soest et al., (1991); ⁴O extrato etéreo foi determinado de acordo com o método 920.85 (AOAC, 1990); ⁵A matéria mineral foi determinada de acordo com o método 923.03 (AOAC, 2000).

Tabela 2. Composição e conteúdo nutricional das dietas experimentais fornecidas aos bovinos Nelore durante a fase de pré-adaptação (32 dias).

Tratamentos	Restrição	Controle	Concentrado
<i><u>Ingredientes (% MS)</u></i>			
Feno de <i>Tifton</i>	97,75	97,75	69,46
Milho moído fino	-	-	22,54
Farelo de algodão	-	-	5,75
Sal mineral ¹	2,25	2,25	2,25
<i><u>Conteúdo Nutricional² (% MS)</u></i>			
Matéria seca	92,00	92,00	92,00
Nutrientes digestíveis totais	60,00	60,00	69,00
EL ³ manutenção, (Mcal/kg de MS)	1,31	1,31	1,59
EL ganho, (Mcal/kg de MS)	0,73	0,73	0,99
Proteína bruta	9,00	9,00	11,10
Proteína degradável no rúmen	61,00	61,00	68,00
Fibra em detergente neutro	57,30	57,30	44,60
peFDN ⁴	54,00	54,00	41,00
Carboidrato não fibroso	32,00	32,00	41,00
Extrato etéreo	2,20	2,20	2,40
Ca	0,64	0,64	0,54
P	0,26	0,26	0,35

¹Ca: 10,66%; P: 4,84%; Mg: 0,29%; K: 0,02%; Na: 4,30%; Cl: 6,60%; S: 1,91%; Co: 33,00 ppm; Cu: 905,00 ppm; I: 44,75 ppm; Fe: 1913,00 ppm; Mn: 887,25 ppm; Se: 7,45 ppm; Zn: 2149,25 ppm; Ureia: 25%; ²Estimativas por equações do LRNS (Fox et al., 2004); ³Energia líquida; ⁴Fibra em detergente neutro fisicamente efetiva.

Tabela 3. Composição e conteúdo nutricional das dietas experimentais fornecidas aos bovinos Nelore durante a fase de confinamento (112 dias).

Dietas	Adaptação 1	Adaptação 2	Terminação
Nível de Concentrado (%)	72	79	86
<i><u>Ingredientes (% MS)</u></i>			
Bagaço de cana	28,00	21,00	14,00
Grãos de milho quebrados	51,00	60,50	73,50
Farelo de Algodão	18,70	15,70	9,00
Suplemento Mineral ¹	1,00	1,20	1,50
Ureia	0,80	1,00	1,20
Calcário	0,50	0,60	0,80
<i><u>Conteúdo Nutricional² (% MS)</u></i>			
Matéria seca	83,00	85,00	87,00
Nutrientes digestíveis totais	73,00	76,00	79,00
EL ³ manutenção, (Mcal/kg de MS)	1,71	1,81	1,91
EL ganho, (Mcal/kg de MS)	1,10	1,18	1,27
Proteína bruta	15,00	15,00	14,10
Proteína degradável no rúmen	71,00	73,00	77,00
Fibra em detergente neutro	27,00	22,90	18,10
peFDN ⁴	18,00	14,00	10,00
Carboidrato não fibroso	56,00	59,00	65,00
Extrato etéreo	2,50	2,70	3,0
Ca	0,37	0,41	0,77
P	0,46	0,45	0,41

¹Ca: 9,80%; P: 4,50%; Mg: 4,40%; K: 6,15%; Na: 11,45%; Cl: 6,60%; S: 4,00%; Co: 48,50 ppm; Cu: 516,00 ppm; Fe: 30,00 ppm; Mn: 760,00 ppm; Se: 9,00 ppm; Zn: 2516,50 ppm; monensina sódica: 2000,00 ppm; ²Estimativas por equações do LRNS (Fox et al., 2004); ³Energia líquida; ⁴Fibra em detergente neutro fisicamente efetiva.

Tabela 4. Desempenho produtivo e características de carcaça de bovinos Nelore (96 animais) submetidos a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados durante a fase de pré-adaptação (32 dias).

Variáveis	Tratamentos			EPM	Valor de <i>P</i>
	Restrição	Controle	Concentrado		
<i><u>Desempenho produtivo</u></i>					
Peso vivo inicial, kg	365,56	365,97	365,03	16,49	0,94
Peso vivo final, kg	377,11 ^c	386,39 ^b	396,47 ^a	16,77	<0,01
Ganho de peso diário, kg	0,36 ^c	0,64 ^b	0,98 ^a	0,04	<0,01
CMS ¹ , kg/dia	5,52 ^c	6,49 ^b	7,89 ^a	0,23	<0,01
CMS, % do PV	1,49 ^c	1,76 ^b	2,08 ^a	0,03	<0,01
Conversão alimentar, kg/kg	18,40 ^c	10,51 ^b	8,06 ^a	1,28	<0,01
Eficiência alimentar, kg/kg	0,066 ^c	0,098 ^b	0,125 ^a	0,007	<0,01
Flutuação CMS, %	3,10 ^c	7,34 ^a	4,39 ^b	0,47	<0,01
Flutuação CMS, kg	0,17 ^b	0,46 ^a	0,34 ^a	0,04	<0,01
EL ² manutenção, Mcal/kg MS	1,55 ^b	1,63 ^{ab}	1,73 ^a	0,05	0,08
EL ganho, Mcal/kg MS	0,95 ^b	1,02 ^{ab}	1,10 ^a	0,05	0,08
<i><u>Características de carcaça</u></i>					
PCQ ³ , kg	182,79 ^c	187,12 ^b	195,37 ^a	8,88	<0,01
RCQ ⁴ , %	48,41 ^b	48,35 ^b	49,21 ^a	0,25	<0,01
EGS ⁵ inicial, mm	1,94	1,99	1,88	0,05	0,25
EGS final, mm	2,09 ^b	2,23 ^{ab}	2,36 ^a	0,06	0,02
Ganho diário de EGS, mm	0,005 ^b	0,008 ^b	0,016 ^a	0,001	<0,01
EGG ⁶ inicial, mm	2,57	2,61	2,51	0,06	0,52
EGG final, mm	2,76 ^b	2,75 ^b	3,02 ^a	0,07	0,01
Ganho diário de EGG, mm	0,006 ^b	0,004 ^b	0,017 ^a	0,002	<0,01
AOL ⁷ inicial, cm ²	47,45 ^b	50,24 ^a	50,14 ^a	2,22	0,07
AOL final, cm ²	49,99 ^b	51,82 ^{ab}	52,97 ^a	0,53	<0,01
Ganho diário de AOL, cm ²	0,024 ^b	0,087 ^{ab}	0,127 ^a	0,01	<0,01
Marmoreio inicial, %	1,88	2,01	1,88	0,13	0,69
Marmoreio final, %	2,11	2,37	2,41	0,16	0,33

^{a-c}Médias seguidas por letras diferentes nas linhas diferem ($P < 0,10$) pelo teste Tukey.

¹Consumo de matéria seca; ²Energia líquida; ³Peso de carcaça quente; ⁴Rendimento de carcaça quente; ⁵Espessura de gordura subcutânea; ⁶Espessura de gordura na garupa;

⁷Área do olho de lombo.

Tabela 5. Desempenho produtivo e características de carcaça de bovinos Nelore (72 animais) submetidos a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados antes do período de adaptação durante a fase de confinamento (112 dias).

Variáveis	Tratamentos			EPM	Valor de <i>P</i>
	Restrição	Controle	Concentrado		
<i><u>Desempenho produtivo</u></i>					
Peso vivo inicial, kg	376,23 ^c	384,06 ^b	397,21 ^a	16,72	<0,01
Peso vivo final, kg	520,17 ^{ab}	503,23 ^b	529,84 ^a	16,50	0,05
Ganho de peso diário, kg	1,29 ^a	1,06 ^b	1,18 ^{ab}	0,04	0,02
CMS ¹ , kg/dia	9,19 ^a	8,56 ^b	8,86 ^{ab}	0,28	<0,01
CMS, % do PV	2,06 ^a	1,94 ^b	1,91 ^b	0,03	<0,01
Conversão alimentar, kg/kg	7,22 ^a	8,14 ^b	7,67 ^{ab}	0,28	0,07
Eficiência alimentar, kg/kg	0,140 ^a	0,124 ^b	0,133 ^{ab}	0,004	0,06
Flutuação CMS, %	8,41	8,93	8,50	0,38	0,60
Flutuação CMS, kg	1,00	0,97	0,97	0,03	0,50
EL ² manutenção, Mcal/kg MS	1,86 ^a	1,78 ^b	1,88 ^a	0,03	0,09
EL ganho, Mcal/kg MS	1,22 ^a	1,15 ^b	1,24 ^a	0,03	0,09
Dias para adaptar, n	14,63	14,87	14,50	0,63	0,91
<i><u>Características de carcaça</u></i>					
PCQ ³ inicial, kg	183,43 ^c	187,41 ^b	193,96 ^a	0,71	<0,01
PCQ final, kg	285,35 ^a	274,10 ^b	287,30 ^a	4,51	0,09
Ganho diário de PCQ, kg	0,92 ^a	0,77 ^b	0,83 ^{ab}	0,03	0,02
RCQ ⁴ inicial, %	48,52 ^c	48,60 ^b	48,78 ^a	0,02	<0,01
RCQ final, %	54,90	54,48	54,22	0,65	0,71
Rendimento do ganho, %	72,04	72,61	71,43	2,89	0,94
Eficiência biológica, CMS/@	150,24	171,36	162,07	10,03	0,14
EGS ⁵ inicial, mm	2,10 ^b	2,24 ^a	2,34 ^a	0,07	0,06
EGS final, mm	4,57 ^a	3,93 ^b	4,50 ^a	0,21	0,03
Ganho diário de EGS, mm	0,021 ^a	0,014 ^b	0,018 ^a	0,001	0,01
EGG ⁶ inicial, mm	2,85	2,80	3,02	0,08	0,15
EGG final, mm	6,14 ^a	5,23 ^b	5,91 ^a	0,23	<0,01
Ganho diário de EGG, mm	0,027 ^a	0,020 ^b	0,024 ^a	0,001	0,01
AOL ⁷ inicial, cm ²	49,31 ^b	51,59 ^a	53,14 ^a	0,93	0,02
AOL final, cm ²	68,75	68,65	70,85	1,20	0,36
Ganho diário de AOL, cm ²	0,165 ^a	0,140 ^b	0,146 ^b	0,008	0,10
Marmoreio inicial, %	2,13	2,49	2,43	0,18	0,34
Marmoreio final, %	2,93	3,00	2,94	0,12	0,90

^{a-c}Médias seguidas por letras diferentes nas linhas diferem ($P < 0,10$) pelo teste Tukey.

¹Consumo de matéria seca; ²Energia líquida; ³Peso de carcaça quente; ⁴Rendimento de carcaça quente; ⁵Espessura de gordura subcutânea; ⁶Espessura de gordura na garupa; ⁷Área do olho de lombo.

Tabela 6. Comportamento ingestivo e seletividade da dieta de bovinos Nelore (96 animais) submetidos a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados durante a fase de pré-adaptação.

Variáveis	Tratamentos			EPM	Valor de <i>P</i>
	Restrição	Controle	Concentrado		
<i>Comportamento ingestivo</i>					
Tempo em ócio, min	691,72 ^a	510,62 ^b	553,91 ^b	19,97	<0,01
Tempo em ruminação, min	481,56 ^b	531,09 ^a	498,91 ^b	13,10	0,04
Tempo em alimentação, min	266,72 ^b	398,28 ^a	387,19 ^a	15,65	<0,01
TALREF ¹ , min	28,93 ^a	24,95 ^b	24,51 ^b	1,54	0,10
Número de refeições, n	9,53 ^b	16,09 ^a	16,16 ^a	0,78	<0,01
CMS ² , kg	6,74 ^c	7,71 ^a	7,32 ^b	0,28	<0,01
CMS por refeição, kg	0,77 ^a	0,48 ^b	0,46 ^b	0,02	<0,01
TA ³ da MS, min/kg da MS	40,28 ^b	52,20 ^a	53,12 ^a	2,71	<0,01
TR ⁴ da MS, min/kg da MS	72,28	69,62	69,10	3,43	0,70
Consumo de FDN ⁵ , kg	5,29 ^b	5,79 ^a	4,38 ^c	0,20	<0,01
TA do FDN, min/kg da MS	51,19 ^c	69,51 ^b	88,78 ^a	3,48	<0,01
TR do FDN, min/kg da MS	91,98 ^b	92,84 ^b	115,39 ^a	4,74	<0,01
Consumo de peFDN ⁶ , kg	4,77 ^a	5,05 ^a	3,16 ^b	0,21	<0,01
TA do peFDN, min/kg da MS	57,20 ^c	80,00 ^b	124,13 ^a	4,98	<0,01
TR do peFDN, min/kg da MS	103,00 ^b	107,43 ^b	161,42 ^a	7,69	<0,01
CMS/Consumo FDN, %	78,56 ^a	75,05 ^b	59,92 ^c	0,96	<0,01
CMS/Consumo peFDN, %	70,78 ^a	65,59 ^b	43,30 ^c	2,14	<0,01
<i>Seletividade das partículas</i>					
Longas	1,00 ^a	0,90 ^b	0,66 ^c	0,07	<0,01
Médias	1,00 ^a	0,95 ^b	0,96 ^b	0,01	0,04
Curtas	1,00 ^c	1,05 ^b	1,08 ^a	0,01	<0,01
Finas	1,00 ^c	1,08 ^b	1,13 ^a	0,02	<0,01

^{a-c}Médias seguidas por letras diferentes nas linhas diferem ($P < 0,10$) pelo teste Tukey.

¹Tempo de alimentação por refeição; ²Consumo de matéria seca; ³Taxa de alimentação;

⁴Taxa de ruminação; ⁵Fibra em detergente neutro; ⁶Fibra em detergente neutro fisicamente efetivo.

Tabela 7. Comportamento ingestivo e seletividade da dieta de bovinos Nelore (72 animais) submetidos a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados antes do período de adaptação durante a fase de confinamento no período de adaptação.

Variáveis	Tratamentos			EPM	Valor de <i>P</i>
	Restrição	Controle	Concentrado		
<i>Comportamento ingestivo</i>					
Tempo em ócio, min	660,63	735,83	730,83	30,54	0,14
Tempo em ruminação, min	425,21	404,37	433,33	22,90	0,61
Tempo em alimentação, min	354,17 ^a	299,58 ^b	275,83 ^b	15,69	<0,01
TALREF ¹ , min	28,20 ^a	23,20 ^b	22,30 ^b	1,60	0,03
Número de refeições, n	12,75	13,46	12,54	0,87	0,74
CMS ² , kg	7,97	7,84	8,09	0,35	0,58
CMS por refeição, kg	0,64	0,63	0,65	0,05	0,97
TA ³ da MS, min/kg da MS	44,71 ^a	38,68 ^b	34,22 ^b	2,03	<0,01
TR ⁴ da MS, min/kg da MS	53,64	51,53	55,01	3,23	0,67
Consumo de FDN ⁵ , kg	4,82	4,67	4,45	0,31	0,53
TA do FDN, min/kg da MS	77,73	65,96	63,18	5,97	0,21
TR do FDN, min/kg da MS	93,77	86,97	100,84	7,96	0,37
Consumo de peFDN ⁶ , kg	2,13	2,01	1,94	0,15	0,55
TA do peFDN, min/kg da MS	180,61	153,76	146,14	15,83	0,29
TR do peFDN, min/kg da MS	217,73	202,75	232,19	20,33	0,53
CMS/Consumo FDN, %	60,05	59,53	55,24	2,75	0,41
CMS/Consumo peFDN, %	26,44	25,59	24,06	1,47	0,52
<i>Seletividade das partículas</i>					
Longas	0,57	0,60	0,58	0,01	0,97
Médias	0,87	0,88	0,90	0,04	0,92
Curtas	1,00	1,00	1,00	0,003	0,32
Finas	1,03	1,03	1,04	0,008	0,39

^{a-b}Médias seguidas por letras diferentes nas linhas diferem ($P < 0,10$) pelo teste Tukey.

¹Tempo de alimentação por refeição; ²Consumo de matéria seca; ³Taxa de alimentação;

⁴Taxa de ruminação; ⁵Fibra em detergente neutro; ⁶Fibra em detergente neutro fisicamente efetivo.

Tabela 8. Comportamento ingestivo e seletividade da dieta de bovinos Nelore (72 animais) submetidos a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados antes do período de adaptação durante a fase de confinamento no período de terminação.

Variáveis	Tratamentos			EPM	Valor de <i>P</i>
	Restrição	Controle	Concentrado		
<i>Comportamento ingestivo</i>					
Tempo em ócio, min	966,88	961,88	992,08	15,91	0,37
Tempo em ruminação, min	301,04	311,67	287,19	13,28	0,36
Tempo em alimentação, min	172,08	166,46	160,73	6,77	0,50
TALREF ¹ , min	13,09	11,58	13,80	0,78	0,11
Número de refeições, n	13,38 ^{ab}	14,83 ^a	11,98 ^b	0,89	0,08
CMS ² , kg	10,95	9,97	10,13	0,46	0,28
CMS por refeição, kg	0,82 ^a	0,70 ^b	0,87 ^a	0,05	0,07
TA ³ da MS, min/kg da MS	15,74	16,90	16,06	0,59	0,38
TR ⁴ da MS, min/kg da MS	27,77	31,96	28,99	1,95	0,17
Consumo de FDN ⁵ , kg	3,38	3,34	3,19	0,22	0,82
TA do FDN, min/kg da MS	51,78	51,08	52,04	2,96	0,97
TR do FDN, min/kg da MS	91,43	96,54	93,03	9,85	0,87
Consumo de peFDN ⁶ , kg	2,01	2,02	1,91	0,13	0,82
TA do peFDN, min/kg da MS	86,63	84,68	87,07	5,12	0,94
TR do peFDN, min/kg da MS	6,74	7,51	6,58	0,57	0,48
CMS/Consumo FDN, %	30,76	33,36	31,41	1,11	0,25
CMS/Consumo peFDN, %	18,34	20,18	18,85	0,71	0,19
<i>Seletividade das partículas</i>					
Longas	0,77 ^b	0,94 ^{ab}	1,02 ^a	0,07	0,08
Médias	0,98 ^b	1,08 ^a	1,05 ^a	0,02	0,03
Curtas	1,02 ^b	1,03 ^a	1,02 ^b	0,002	0,03
Finas	0,97 ^a	0,96 ^b	0,97 ^a	0,005	0,04

^{a-b}Médias seguidas por letras diferentes nas linhas diferem ($P < 0,10$) pelo teste Tukey.

¹Tempo de alimentação por refeição; ²Consumo de matéria seca; ³Taxa de alimentação;

⁴Taxa de ruminação; ⁵Fibra em detergente neutro; ⁶Fibra em detergente neutro fisicamente efetivo.

Tabela 9. Morfometria ruminal e cecal de bovinos Nelore (96 animais) submetidos a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados antes do período de adaptação.

Variáveis	Tratamentos			Fases		EPM	Valor de <i>P</i>		
	Restrição	Controle	Concentrado	Pré-adaptação	Confinamento		T ¹	F ²	T*F
<i>Morfometria ruminal</i>									
Escore de rumenites	1,65	1,79	1,55	1,45	1,87	0,17	0,62	0,22	0,94
<i>Variáveis macroscópicas</i>									
Número médio de papilas, n	72,76 ^a	63,28 ^b	62,99 ^b	74,76 ^x	57,92 ^y	3,41	0,08	<0,01	0,48
Área média de papilas, cm ²	0,39	0,36	0,37	0,26	0,49	0,01	0,31	<0,01	0,05
ASA ³ , cm ²	26,89 ^a	22,29 ^b	22,30 ^b	19,70 ^y	27,96 ^x	1,36	0,08	<0,01	0,44
RPSA ⁴ , %	96,28	95,66	95,66	95,33 ^y	96,41 ^x	0,25	0,24	<0,01	0,33
<i>Variáveis microscópicas</i>									
Altura de papilas, mm	3,38 ^{ab}	3,54 ^a	3,17 ^b	3,39	3,33	0,06	<0,01	0,67	0,64
Largura de papilas, mm	0,43	0,44	0,41	0,43	0,43	0,01	0,14	0,70	0,85
Área média das papilas, mm ²	1,52	1,64	1,43	1,56	1,50	0,07	0,16	0,50	0,60
ECQ ⁵ , µm	12,43	12,47	12,13	11,08	13,61	0,32	0,67	<0,01	0,04
Índice mitótico, %	7,39	7,81	7,58	6,88	8,31	0,25	0,57	<0,01	0,08
Proliferação celular, %	73,65	73,86	72,74	78,69 ^x	68,14 ^y	0,55	0,35	<0,01	0,44
<i>Morfometria cecal</i>									
Escore de ceco	1,63	2,65	1,59	2,83	1,08	0,26	0,05	<0,01	0,03
Profundidade de cripta, µm	191,69	206,81	200,29	209,29 ^x	189,91 ^y	6,83	0,36	0,02	0,31
Células caliciformes, n	41,23	44,94	42,88	44,43	41,31	2,10	0,59	0,25	0,59

^{a-b}Médias seguidas por letras diferentes nas linhas, para tratamentos, diferem ($P < 0,10$) pelo teste Tukey.

^{x-y}Médias seguidas por letras diferentes nas linhas, para fases, diferem ($P < 0,10$) pelo teste Tukey.

¹Tratamentos; ²Fases; ³Área de superfície absorviva; ⁴Representatividade das papilas na área de superfície absorviva; ⁵Espessura da camada de queratina.

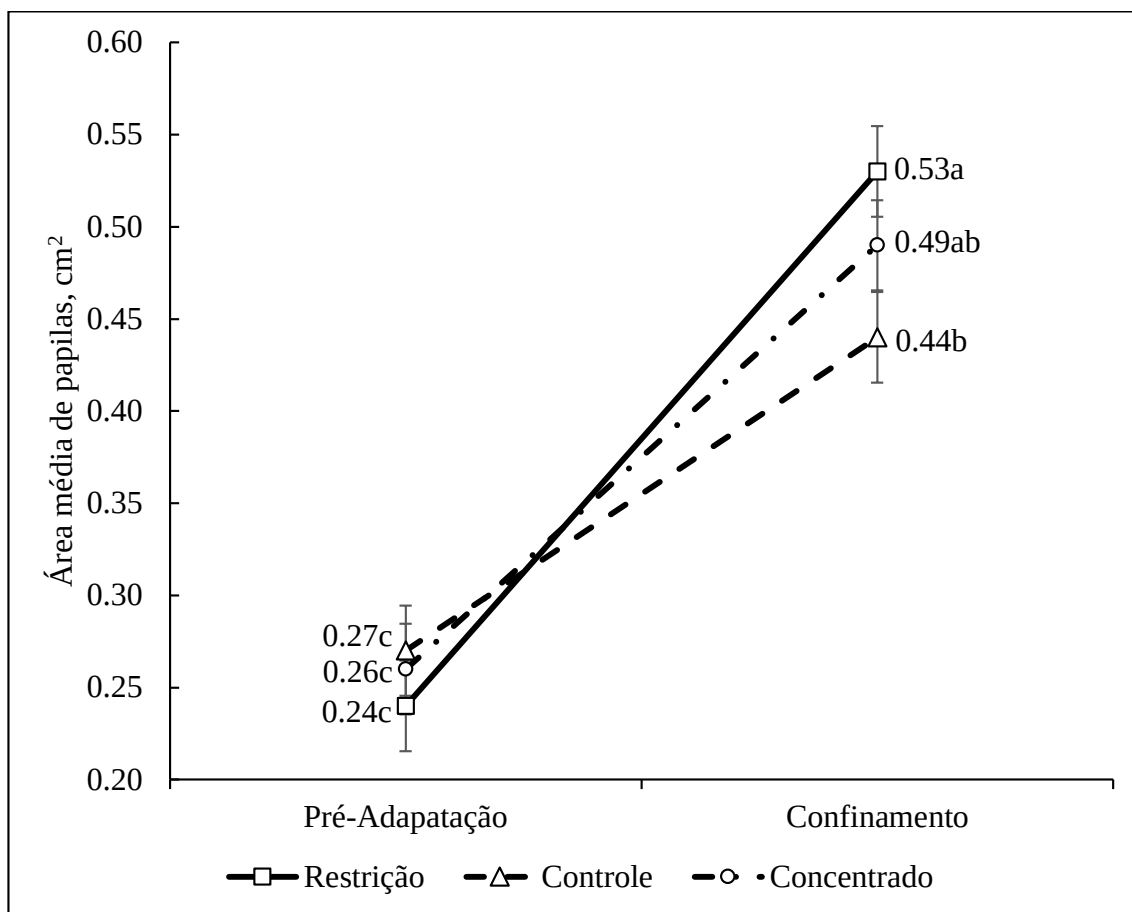


Figura 26. Interação entre tratamentos e fases sobre área média de papilas de bovinos Nelore submetidos a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados antes do período de adaptação (n = 24; EPM = 0,0245).

^{a,b,c}Médias com letras diferentes, diferem entre si (P = 0,05). A barra de erros representa o EPM.

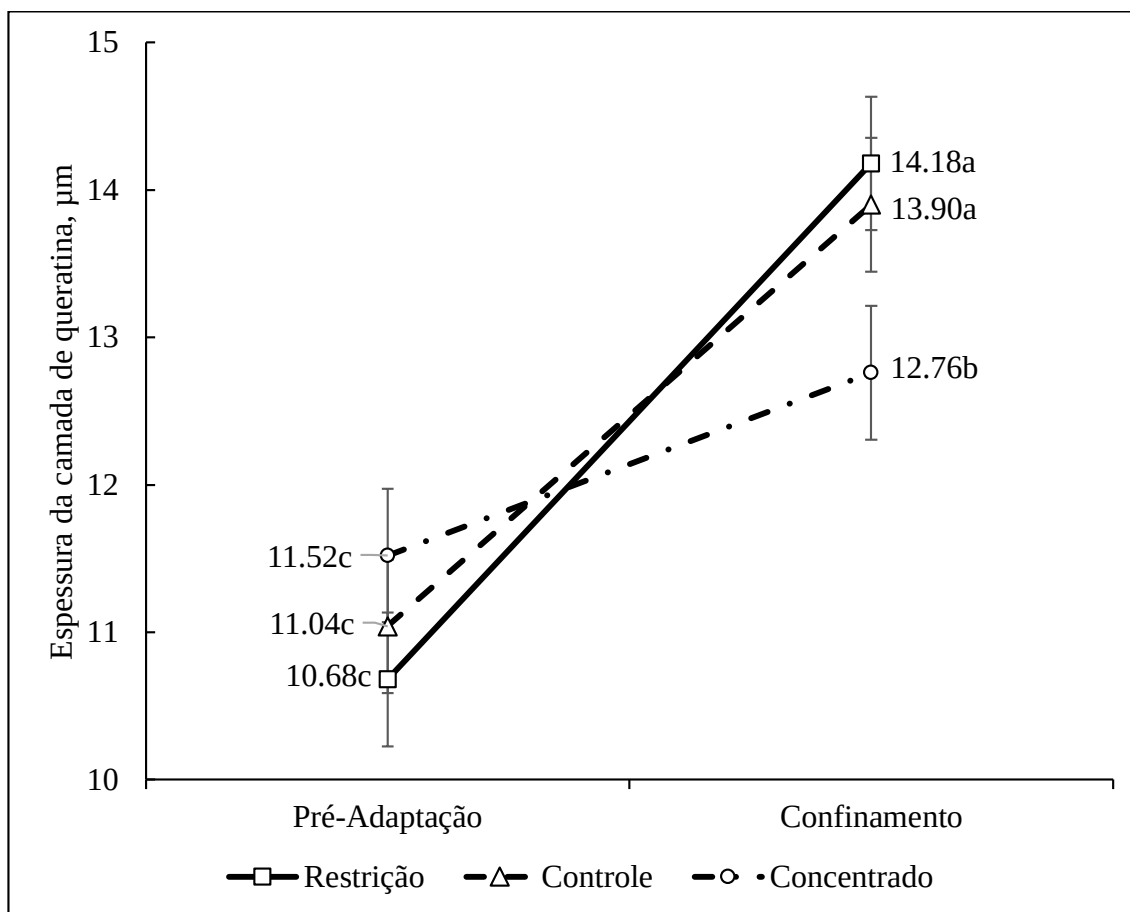


Figura 27. Interação entre tratamentos e fases sobre a espessura da camada de queratina de bovinos Nelore submetidos a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados antes do período de adaptação. (n = 24; EPM = 0,453).

^{a,b,c}Médias com letras diferentes, diferem entre si (P = 0,08). A barra de erros representa o EPM.

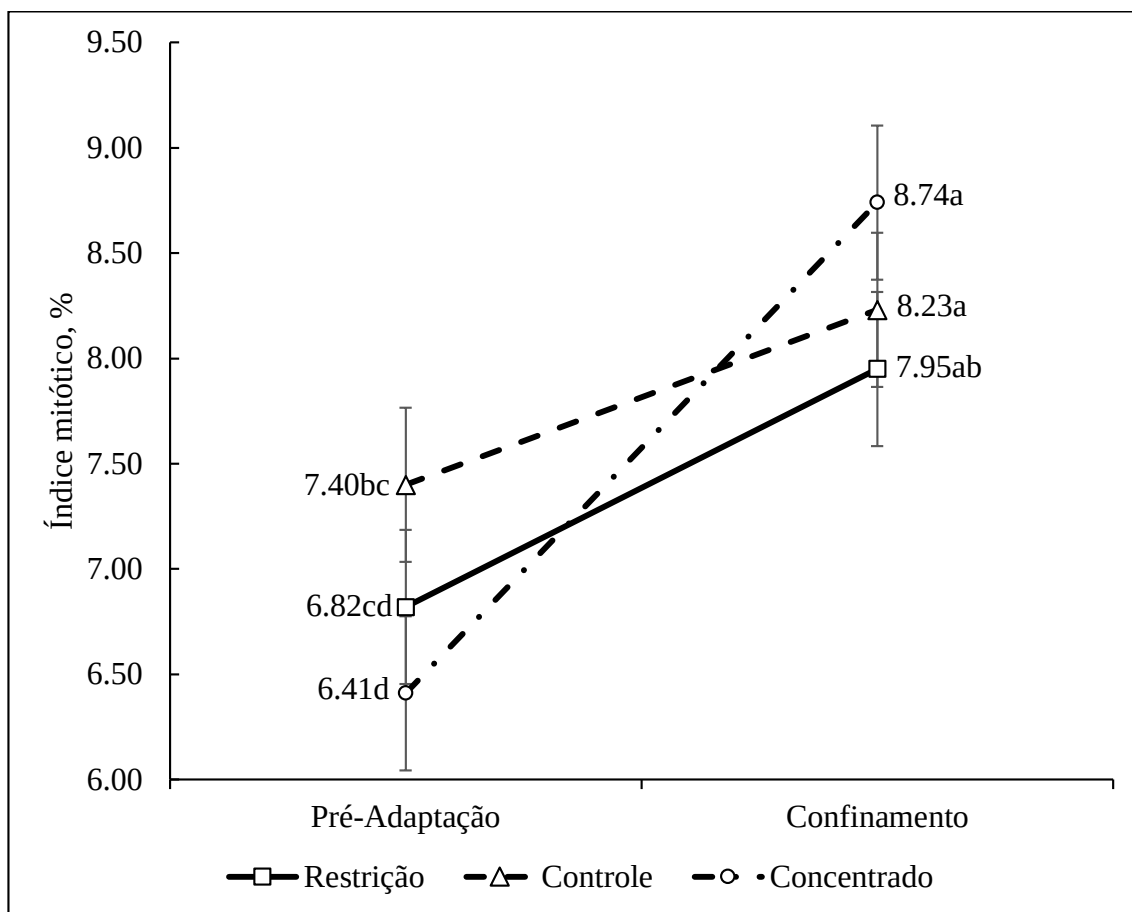


Figura 28. Interação entre tratamentos e fases sobre o índice mitótico de bovinos Nelore submetidos a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados antes do período de adaptação. (n = 24; EPM = 0,366).

^{a,b,c,d}Médias com letras diferentes, diferem entre si (P = 0,08). A barra de erros representa o EPM.

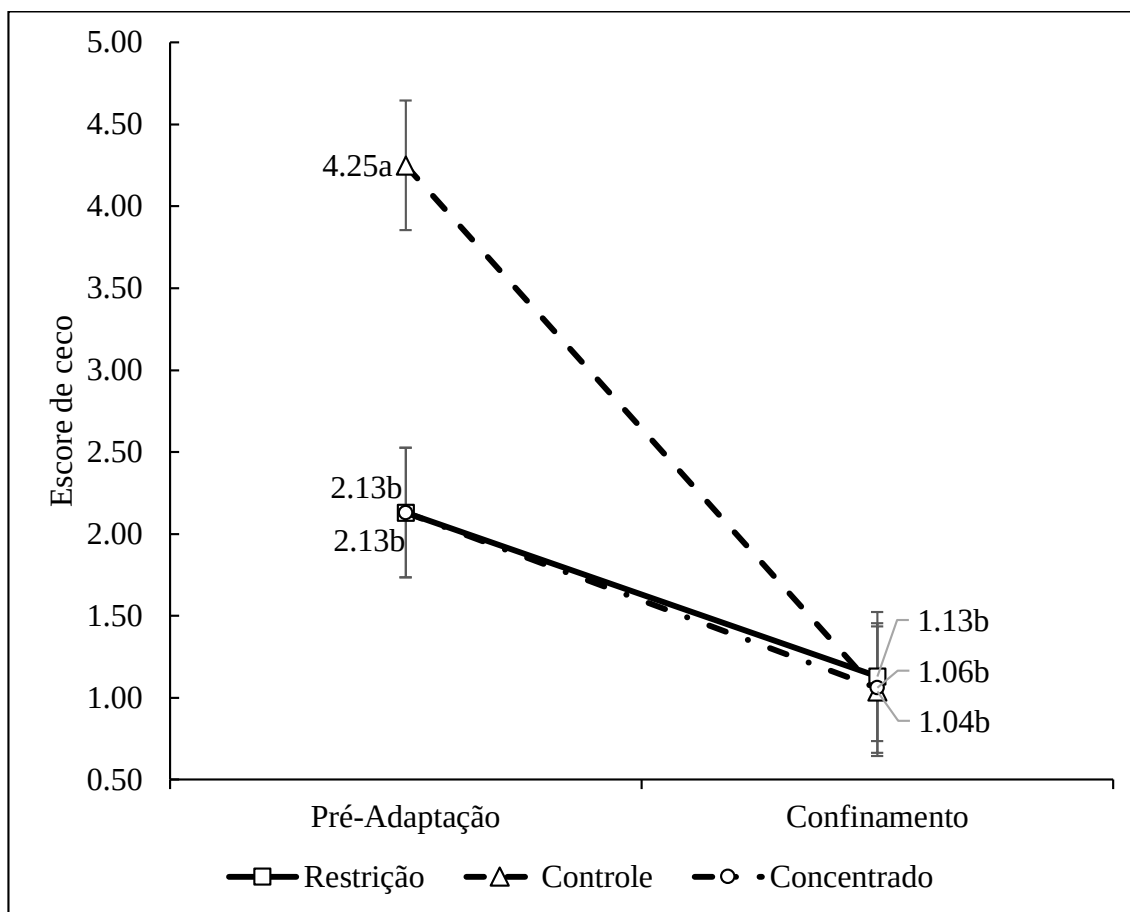


Figura 29. Interação entre tratamentos e fases sobre o escore de ceco de bovinos Nelore submetidos a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados antes do período de adaptação. (n = 24; EPM = 0,395).

^{a,b}Médias com letras diferentes, diferem entre si (P = 0,03). A barra de erros representa o EPM.

CAPÍTULO 3

1. IMPLICAÇÕES

Inúmeros fatores afetam o crescimento compensatório, tais como idade, intensidade, duração e o tipo da restrição alimentar. No presente estudo, animais submetidos a restrição alimentar antes do período de adaptação, passaram por um período de 32 dias com restrição quantitativa de alimento. Novos experimentos devem ser realizados a fim de se avaliar diferentes períodos e tipos de restrição alimentar, visto que, grande parte dos bovinos que são confinados no Brasil passam por algum tipo de restrição antes do início da fase de terminação feita em confinamento.

Em contra partida, no atual estudo, animais submetidos ao consumo de ingredientes concentrados foram suplementados com 0,5% do peso vivo. Essa suplementação antes do período de adaptação teve impacto significativo sobre o peso de carcaça quente, que por sua vez, tem impacto direto sobre a rentabilidade da produção. Sendo assim, torna-se necessário testar a hipótese de diferentes níveis de suplementação antes do período de adaptação de bovinos confinados com o objetivo de aumentar o peso de carcaça quente e assim tornar a atividade mais lucrativa.

No presente estudo, os animais foram mantidos no mesmo local durante todo o período experimental, portanto, não apresentaram estresse de transporte e aclimação com o ambiente e manejo, sendo assim, novos estudos que envolvam estresse por transporte devem ser feitos, com o intuito de avaliar os possíveis efeitos deste processo sobre o tempo de adaptação.

Outro ponto que pode ser explorado nesta linha de pesquisa é a utilização de aditivos alimentares, visto que, a maioria dos produtos comerciais utilizados para suplementação de bovinos em pasto utilizam algum tipo aditivo. No presente estudo, os animais não receberam nenhum aditivo alimentar durante a fase de pré-adaptação.

Por fim, de acordo com os resultados do presente estudo, bovinos Nelore que são bem manejados no confinamento podem e devem ser mais desafiados em relação a dietas mais energéticas, uma vez que, não foram observados abscessos hepáticos e os índices de lesões no epitélio ruminal e cecal foram baixos.