

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

**PROTÓCOLOS E DURAÇÕES DE ADAPTAÇÃO ÀS DIETAS COM  
ALTA INCLUSÃO DE CONCENTRADOS PARA BOVINOS  
NELORE CONFINADOS**

ROBSON SFACIOTTI BARDUCCI

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Doutor em Zootecnia, Área de Concentração em Nutrição e Produção Animal.

BOTUCATU – SP  
DEZEMBRO/2013

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

**PROCOLOS E DURAÇÕES DE ADAPTAÇÃO ÀS DIETAS COM  
ALTA INCLUSÃO DE CONCENTRADOS PARA BOVINOS  
NELORE CONFINADOS**

ROBSON SFACIOTTI BARDUCCI

Zootecnista

ORIENTADOR: Prof. Dr. MÁRIO DE BENI ARRIGONI  
CO-ORIENTADORA: Prof.(a) Dr.(a) CYNTHIA LUDOVICO MARTINS

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Doutor em Zootecnia, Área de Concentração em Nutrição e Produção Animal.

BOTUCATU – SP  
DEZEMBRO/2013

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

Barducci, Robson Sfaciotti, 1984-  
B247p      Protocolos e durações de adaptação às dietas com alta inclusão de  
concentrados para bovinos Nelore confinados / Robson Sfaciotti  
Barducci. - Botucatu : [s.n.], 2013  
vi, 100 f. : fots. color., tabs., grafs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Fa-  
culdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu,  
2013

Orientador: Mário De Beni Arrigoni  
Coorientador: Cyntia Ludovico Martins  
Inclui bibliografia

1. Nelore (Zebu). 2. Rúmen. 3. Ruminante - Alimentação de rações. 4.  
Células - Proliferação. 5. Animais - Adaptação. I. Arrigoni, Mário De  
Beni. II. Martins, Cyntia Ludovico. III. Universidade Estadual Paulista  
"Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina  
Veterinária e Zootecnia. IV. Título.

### **Dedicatória**

Aos meus pais, ROBSON e JANETE, pelas esperanças, incentivos, apoio, amor e sacrifícios incondicionais em mim depositados. Assim como todas as outras conquistas, divido este título com vocês, sem os quais não teria chegado até aqui.

A minha irmã Leticia pelo afeto, carinho, compreensão, confiança, presença, união, apoio e ajuda em momentos de dificuldade.

Aos meus avós – João e Lucilde, Caetano e Ester – pelo apoio, força, carinho e amor.

A minha namorada, companheira e futura esposa, Thaila, pela paciência, carinho, amor, dedicação, ajuda, fé e palavras em todos os momentos ao longo dos anos de estudo continuado e de pós-graduação.

E também a todos os demais familiares que torceram e acreditaram em mim.

## **Agradecimentos**

A Deus, por me ter proporcionado o dom da vida, por sempre ter me guiado pelos caminhos certos e por ser meu porto seguro nos momentos de glórias ou de provações.

A minha família, em especial meus pais (Robson e Janete), irmã (Letícia) e namorada, companheira e futura esposa Thaila Cristina Putarov, pelo amparo, amor incondicional, esforços, dedicação, incentivo e constante apoio nas dificuldades enfrentadas ao longo dos anos de estudo, sem os quais esta vitória, e muitas outras, não teriam sido possíveis. Tenho a certeza de que família é tudo na vida de uma pessoa, amos eternamente e com toda a força do mundo! Vocês foram e sempre serão primordial na minha vida! Muito obrigado!

Ao Prof. Dr. Mário De Beni Arrigoni e Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cyntia Ludovico Martins, meu orientador, co-orientadora e amigos. Agradeço de coração pela oportunidade, ensinamentos, conversas, confiança, abertura, companheirismo, dedicação e atenção em todos os momentos de minha formação acadêmica e profissional. Tenham a certeza de que, ao longo desses anos, foi muito válida a contribuição de vocês em minha formação.

Ao Prof. e amigo Dr. Danilo Domingues Millen, pela disponibilidade, incentivo, ensinamentos, apoio, suporte e ajuda, principalmente na estatística deste projeto.

Aos meus amigos de longa data, Eduardo, Armando, Antonio Augusto, Maik, Henrique, Bruno, Guilherme, Thiago, João Lucas, Maurício, Jorginho. Uns perto, outros longe, uns mais, outros menos, mas todos me ajudaram a manter o meu equilíbrio e no caminho em momentos difíceis durante esta etapa.

Ao meu companheiro, amigo e irmão Luis Marcelo Nave Sarti, por compartilhar comigo os estudos, as dúvidas, o dia a dia, a pesquisa, os momentos difíceis, de angústia, de satisfação e também de bebedeira, muito obrigado!

À minha grande amiga Maria Caroline da Silva Franzói, pelo companheirismo, comprometimento, dedicação, paciência e ajuda em todo o decorrer deste trabalho, muito obrigado!

Aos companheiros de equipe e amigos Alexandre Perdigão, Felipe Azevedo Ribeiro e Marcos Aurélio, pela paciência, companherimo, incentivo e que tanto me ajudaram em todos os momentos deste trabalho.

Aos meus amigos Fernando Salvador Parra e João Ricardo Ronchesel, pelo companheirismo, apoio, incentivo ao longo deste trabalho.

Aos alunos mais dedicados e que ajudaram de forma mais intensa a condução deste trabalho: Thiago Luvisoto, Mariana Toledo (Rumensin), Felipe Pelícia e Edson Aparecido Chacon Filho.

Aos estudantes de iniciação científica e nossos “braços direitos”: Janaina, André, Tássia, Lia, Bugrão, Daniela, Daniel, Rafael e Érika, muito obrigado pela ajuda, esta conquista não seria plena sem a colaboração de vocês. Em especial a Tássia, pelas horas dedicadas no laboratório de Histologia, muito obrigado!

Ao meu veterano e amigo Rodrigo Dias Lauritano Pacheco, pela orientação, conselhos e conversas, fica aqui o meu muito obrigado.

À Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP, Campus Botucatu – SP, por ter sido meu lar durante os anos de graduação e pós-graduação, possibilitando o meu aprimoramento, tanto pessoal quanto profissional e acadêmico.

Aos funcionários do setor de Confinamento de Bovinos de Corte: Cido, Dinho, Claudemir e Sidney, pela dedicação e vontade constante de fazer com que tudo desse certo.

Aos demais professores e funcionários do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal, Departamento de Produção Animal e de outras repartições da UNESP que trabalharam pela minha formação durante ao longo desses anos.

Ao Conselho do Programa de Pós-graduação, em especial pelo tempo que participei como representante discente, pelo aprendizado, ensinamentos, conselhos e atenção durante todos esses anos.

Aos secretários (as) da Seção de Pós-graduação Seila Cristina Cassineli Vieira e Carlos Pazini Júnior, pela atenção, orientações e constante suporte em questões burocráticas da universidade.

Ao secretário Luis Carlos Fernandes, do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal, e à atendente Cilene Vitoratti Mamede, pela atenção, auxílio, colaboração e resolução de entraves dentro da universidade.

A todos os estagiários de graduação em Agronomia, Veterinária e Zootecnia, que, de alguma forma, deram sua contribuição para que esta tese fosse concluída com dignidade.

Ao meu grande amigo e companheiro Ricardo Rodrigues (Jamanta), o grande responsável por uma das melhores experiências da minha vida, que foram os cinco meses

vividos na Universidade de Missouri, Columbia/MO. Obrigado por acreditar no meu trabalho e por ter me aberto portas. Graças a essa oportunidade sinto ter tido uma grande evolução pessoal e dei um passo muito importante dentro do que busco como plano de vida! Muito Obrigado Jaja. Serei eternamente grato!

À todas as pessoas maravilhosas que encontrei na Universidade de Missouri, Columbia/MO. Em especial aos professores Dr. Monty S. Kerley e Dr. Willian Justin Sexten. Foram grandiosos em fazerem me sentir tão rápido parte da equipe. Obrigado pela paciência com o inglês, pela atenção, pelo carinho, companheirismo, confiança depositada em mim e oportunidade oferecida. Vocês foram verdadeiros mestres!

Agradeço também a minha equipe Americana Mariana Masiero, Wesley A. Moore, Robyn M. Harvey, Nichole Johnson, Nicholas Oliver Minton, Megan C. Westerhold, Jim Porter, Kenneth, Mary, Angela e Terry. Gostaria de abrir um parênteses para agradecer de forma especial a Mariana Masiero. Pessoa que quando cheguei foi crucial para minha comunicação com a equipe, por causa das dificuldade com o inglês. Muito obrigado mesmo por compreender minha carência naquele momento e de forma gentil ser minha “interprete”. Você foi a resposanvel por me fazer sentir mais seguro nas minhas atribuições nas primeiras semanas.

Não poderia faltar também agradecimentos ao Guilherme Hosotani, Rafael Murarolli, Marina Murarolli, Estela H. Kobashigawa, Marianna M. Mendes, Jamile e Mônica Caldeira. Quantas risadas demos juntos! Vocês foram meus companheiros nessa jornada. Sempre ao meu lado prontos para tudo! A amizade de vocês me fazia sentir como se estivesse no Brasil. Sempre dispostos a tudo. Foram carinhosos e me deram um ombro amigo quando precisei. Obrigado por tudo!

Agradeço também ao Seu Chico pela parceria com os animais.

Levo todos que encontrei em Missouri dentro do meu coração como meus amigos!

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP, pela bolsa de estudo (Processo nº 2010/08606-7) e auxílio concedido (Processo nº 2011/01453-3).

A todos que, de alguma forma, me auxiliaram com o andamento de meu Doutorado e condução do experimento. Se, por lapso, deixei de citar alguém que se fez indispensável à realização e à conclusão deste trabalho, apresento as minhas desculpas. São muitos e divido com todos os méritos deste trabalho.

**AGRADEÇO MUITO A TODOS DE CORAÇÃO, OBRIGADO!**

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	10
<b>1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS</b> .....	11
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	12
2.1 Adaptação de bovinos às dietas com alta inclusão de concentrados.....	12
2.2 Adaptação do ambiente ruminal.....	13
2.3 Protocolos de adaptação sobre o desempenho animal.....	15
2.4 Comportamento ingestivo e seletividade dos ingredientes da dieta.....	17
2.5 Variação diária na ingestão de matéria seca.....	18
2.6 Saúde ruminal.....	20
2.6.1 Morfologia dos estômagos dos ruminantes.....	20
2.6.2 Absorção de AGCC e efeitos sobre a morfologia, histologia e proliferação celular do epitélio ruminal.....	20
2.6.3 Ruminite e abscessos hepáticos.....	22
<b>3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	25
 <b>CAPÍTULO 2</b> .....	 30
<b>PROCOLOS DE ADAPTAÇÃO PARA BOVINOS NELORE EM CONFINAMENTO</b>	
<b>Resumo</b> .....	31
<b>Abstract</b> .....	32
<b>Introdução</b> .....	33
<b>Material e Métodos</b> .....	34
<b>Resultados</b> .....	42
<b>Discussão</b> .....	57
<b>Conclusões</b> .....	60
<b>Referências Bibliográficas</b> .....	60

<b>CAPÍTULO 3.....</b>	<b>63</b>
<b>DIGESTIBILIDADE E SAÚDE RUMINAL DE BOVINOS NELORE CONFINADOS SUBMETIDOS A PROTOCOLOS DE ADAPTAÇÃO ÀS DIETAS COM ALTA INCLUSÃO DE CONCENTRADO</b>	
<b>Resumo.....</b>	<b>64</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>65</b>
<b>Introdução.....</b>	<b>66</b>
<b>Material e Métodos.....</b>	<b>67</b>
<b>Resultados.....</b>	<b>79</b>
<b>Discussão.....</b>	<b>93</b>
<b>Conclusões.....</b>	<b>95</b>
<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>96</b>
<b>CAPÍTULO 4.....</b>	<b>98</b>
<b>IMPLICAÇÕES.....</b>	<b>99</b>

## **CAPÍTULO 1**

## 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Nos últimos anos, a bovinocultura de corte no Brasil tem passado por grandes mudanças, que têm por objetivo o aumento da produtividade, sendo uma das estratégias utilizadas o emprego do confinamento. Dados mostram que do ano de 2000 para o de 2012 o número de bovinos confinados passou de aproximadamente 1,95 milhão para 3,87 milhões (ANUALPEC, 2012); e continuará aumentar nos próximos anos, mesmo que, em alguns momentos, fatores adversos provoquem a redução da quantidade de animais terminados em confinamento.

Dessa forma, esse sistema se encontra em pleno desenvolvimento, sendo necessário incorporações de novas tecnologias e evoluções, principalmente no quesito protocolos de adaptação (Millen et al., 2009); ainda mais pelo aumento constatado do uso de grãos e coprodutos nas dietas de terminação (Barducci e Ribeiro, 2012).

No levantamento de Millen et al. (2009), 48,4% dos nutricionistas entrevistados utilizam protocolo em escadas para adaptar bovinos de corte à rações de alta energia; 19,4% preferem protocolo de restrição, e o restante se dividiram entre os protocolos de mistura de duas rações e apenas uma ração com menos energia. Em 2011, no mesmo levantamento, Oliveira e Millen relataram aumento dos nutricionistas que utilizam protocolos em escadas (60,6%), evidenciando o protocolo mais usado no Brasil. No entanto, tais nutricionistas recomendam tanto o protocolo de adaptação, como o tempo de duração do mesmo, de forma empírica, ou seja, com base em informações geradas por outros países, principalmente Estados Unidos, o que se torna inadmissível para o sucesso da atividade.

Se comparado o sistema brasileiro com o americano de produção de bovinos de corte confinados são claras algumas diferenças. Nos Estados Unidos, a maioria dos animais confinados são da raça Angus, os quais permanecem em alimentação por 180 dias em média, consomem ração de terminação a base de grãos e com aproximadamente 1,50 Mcal/kg de matéria seca em termos de energia líquida de ganho (Vasconcelos e Galyean, 2007). Em contrapartida, 75% dos clientes dos nutricionistas brasileiros confina animais Nelore, os quais consomem ração de terminação com bastante coprodutos e por volta de 1,22 Mcal/kg de matéria seca por, em média, 84 dias (Millen et al., 2009).

Segundo Brown e Millen (2009) o período de adaptação não deve representar mais de 20% do tempo total de alimentação, pois os animais poderiam ter o desempenho

impactado negativamente devido ao consumo da ração de terminação por menor período; ou aumentar o custo de produção, já que estes teriam que permanecer por mais tempo no confinamento. Por outro lado, Brown et al. (2006) relataram que nos Estados Unidos bovinos confinados adaptados em 14 dias ou menos podem apresentar desempenho prejudicado devido ao impacto negativo deste tempo mais curto sobre a saúde ruminal. Desse modo, baseado nas diferenças entre os sistemas de produção de bovinos confinados surgiu a linha de pesquisa brasileira de protocolos de adaptação para bovinos Nelore.

No primeiro estudo, Parra et al. (2011) observaram que protocolos de adaptação com duração de 21 e 14 dias não afetaram de forma negativa o desempenho e a saúde ruminal. Entretanto, em relação às características de carcaça, o protocolo com duração de 14 dias foi melhor do que com duração de 21 dias, ao se encontrar maior peso de carcaça quente e rendimento de carcaça. Dessa maneira, diante dessas informações apresentadas surgiu a pergunta: seria possível adaptar bovinos Nelore em menos do que 14 dias?

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da duração de protocolos de adaptação às dietas com alta inclusão de concentrados sobre o desempenho, características de carcaça, comportamento ingestivo, variação diária na ingestão de matéria seca, morfologia, histologia e índice de proliferação celular das papilas do epitélio ruminal, índice de rumenite, abscessos hepático, digestibilidade da matéria seca, amido, nutrientes digestíveis totais e fibra em detergente neutro de bovinos Nelore terminados em confinamento. Os resultados deste estudo serão apresentados nos capítulos 2 e 3 desta tese e referem-se a artigos científicos a serem publicados no ano de 2014.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Adaptação de bovinos às dietas com alta inclusão de concentrados**

Com o crescente uso de alta inclusão de concentrados em dietas de animais confinados no Brasil, torna-se necessário o uso de um manejo nutricional adequado durante a fase de adaptação de bovinos para a prevenção de problemas digestivos.

Bovinos recém-chegados a confinamentos passam por mudanças fisiológicas ou adaptações à medida que são aclimatados ao ambiente do confinamento. Essas adaptações incluem reposição da água corporal perdida, estabelecimento ou melhora da imunidade contra vírus patógenos comuns, estabelecimento da estrutura social na baía e adaptação dos microrganismos no rúmen para utilizar novos alimentos (Brown e Millen, 2009).

Dos animais que chegam aos confinamentos brasileiros, a maioria não consumiu

dietas com alta quantidade de energia, logo são necessários cuidados que façam com que os microrganismos do rúmen se adaptem a grandes quantidades de carboidratos não fibrosos e de fermentação rápida, provenientes de dietas ricas em amido.

Por isso, o objetivo dos programas de adaptação à dieta de alto concentrado em confinamentos é minimizar ou prevenir distúrbios nutricionais como acidose, que é prevalente em confinamentos durante a adaptação a partir de dietas de alta forragem para dietas de alto concentrado (Burrin e Britton, 1986); requerendo, dessa forma, manejos de adaptação dos bovinos para as rações de alto concentrado, principalmente para os indivíduos mais susceptíveis a este distúrbio (Bevans et al., 2005); pois tanto a acidose clínica como a subclínica reduz a eficiência do ganho, causa abscesso no fígado e rumenites (Owens et al., 1996).

Counette e Prins (1981) propuseram uma definição prática, segundo a qual o ruminante pode ser considerado adaptado para consumir ingredientes denominados “concentrados” quando fosse alimentado com este tipo de dieta, sem efeitos adversos e a um nível de ingestão que provocaria o aparecimento de acidose ruminal em bovinos não adaptados. Embora nosso conhecimento sobre a etiologia da acidose seja muito extenso (Owens et al., 1998), menor atenção tem sido direcionada para se definir a magnitude e frequência dos aumentos de consumo de grãos de cereais ou “concentrados” durante a adaptação, do qual se espera resultados de ótimo desempenho em confinamento.

No atual momento de intensificação dos sistemas de produção de bovinos de corte, é preciso cada vez mais efetuar ajustes para explorar ao máximo a eficiência dos animais, sem haver problemas de distúrbios metabólicos como acidose. Nesse contexto, estudar protocolos de adaptação às dietas com alta inclusão de concentrados para bovino *Bos indicus* torna-se necessário para se obter melhor eficiência nos confinamentos brasileiros.

## **2.2 Adaptação do ambiente ruminal**

Adaptação de bovinos confinados a partir de dietas com alta forragem para dietas com alta quantidade de concentrado produz mudanças significativas no ambiente ruminal, e, para estabilizar a população microbiana, é necessário um tempo adequado.

Em uma revisão, Brown et al. (2006) sumarizaram dados provenientes de diversos estudos envolvendo a adaptação de animais confinados, por meio dos quais observaram que as populações de bactérias amilolíticas tornaram-se mais numerosas à medida que o teor de concentrado aumentou, e as bactérias que utilizam o lactato aumentaram mais

drasticamente quando a dieta continha aproximadamente mais de 60% de concentrado e a composição desta não foi alterada por 5 a 7 dias. Quando a ingestão por indivíduos é limitada e a competição entre animais no cocho não existe, a porcentagem de bactérias utilizadoras de lactato muda muito pouco após 14 dias. O aumento mais tardio da população das bactérias utilizadoras de lactato comparado com bactérias amilolíticas durante a adaptação às dietas baseadas em grãos reflete taxas mais lentas de crescimento das utilizadoras de lactato. Taxas de crescimento específica das utilizadoras de lactato como *Propionibacterium* (0,2 a 0,35/h), *S. ruminantium* (0,5 a 1,0/h), *M. elsdenii* (0,4 a 0,6/h) e *Anaerovibrio* (0,2/h) em pH ruminal ótimo foram mais baixas que de bactérias amilolíticas *Butyrivibrio* (0,7/h) ou *Streptococcus* (2,5/h) (Counette e Prins, 1981).

Mais de 90% dos protozoários no rúmen durante a adaptação às dietas de alto grão são da espécie *Entodinium*. As concentrações das populações de protozoários aumentaram com picos de 2 a 4 vezes quando dietas contendo aproximadamente 60% de concentrado foram oferecidas. Esses números foram reduzidos à medida que o teor de concentrado na dieta ultrapassou 70% da matéria seca, o que é provavelmente devido ao lento crescimento (12 a 15 horas para dobrar o tamanho da população; Dehority, 2004) e a sensibilidade ao pH ruminal mais baixo (Hungate et al., 1964). Não está claro qual papel os fungos desempenham no rúmen durante a adaptação, embora cepas de fungos sejam capazes de contribuir com a digestão do amido (McAllister et al., 1993).

Por outro lado mudanças ruminiais promovem importantes mudanças sistêmicas: aumento de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) principalmente o ácido láctico; diminuição do pH ruminal; redução da motilidade; aumento da susceptibilidade a rumenites e paraqueratose (Owens et al., 1998). A ocorrência de rumenites permite a entrada através da parede ruminal de bactérias anaeróbias, principalmente *Fusobacterium necrophorum*, as quais chegam ao fígado podendo causar abscessos, sendo assim a eficiência hepática é prejudicada e conseqüentemente o desempenho.

Estudando os efeitos dos AGCC sobre alterações morfológicas na mucosa ruminal, Costa et al. (2008) relataram que o propionato foi o AGCC responsável pelo crescimento fisiológico de papilas metabolicamente ativas. Os efeitos direto e indireto dos AGCC sobre a morfologia da mucosa ruminal e de outros tecidos queratinizados sugerem que danos morfológicos no epitélio do rúmen e de cascos podem ter causa

comum, explicando a ocorrência simultânea de anomalias nessas estruturas em bovinos sujeitos à acidose ruminal. A acidose resultante desse processo pode se manifestar na forma aguda (com sinais clínicos) ou na forma subclínica, que é mais difícil de identificar.

### **2.3 Protocolos de adaptação sobre o desempenho animal**

Em experimentos revisados, bovinos geralmente começam a adaptação com dietas contendo de 55% para 70% de concentrado ou pela restrição da dieta final (Brown et al., 2006). Bovinos gradualmente adaptados às dietas com alta inclusão de concentrados, o acúmulo de ácido lático (maior influência sobre o pH ruminal) é prevenido; porém, o pH ruminal poderá ainda permanecer baixo devido à maior produção de AGCC (Nagaraja, 2003). Por outro lado, o processo de oferecer a quantidade limitada da dieta final com gradual aumento no consumo se mostra promissor para melhora na eficiência de produção, mas estratégias devem ser tomadas em confinamentos comerciais quanto ao procedimento (Brown et al., 2006).

Bierman e Pritchard (1996) adaptaram bovinos para uma dieta de 92% de concentrado com acesso *ad libitum* às dietas com 45, 65, 75 e 82% de concentrado durante um período de 11 dias ou por meio da restrição da ingestão da dieta final (1,74% do peso inicial), seguido por aumentos graduais até o consumo *ad libitum* ser alcançado. O ganho médio diário dos bovinos não diferiu entre os tratamentos durante os primeiros 29 dias, mas os animais alimentados com quantidades restritas da dieta final consumiram 20% menos de matéria seca e foram 19% mais eficientes. No período total de 121 dias de alimentação, os bovinos que foram adaptados pelo protocolo de restrição foram 11% mais eficientes.

Choat et al. (2002) adaptaram garrotes à dieta de 90% de concentrado por meio do protocolo em escadas, alimentando os animais com dietas de 70, 75, 80 e 85% de concentrado com duração de 5 dias para cada dieta, seguido de 90% de concentrado até o abate. Outros dois grupos foram adaptados por meio de protocolo de adaptação por restrição: um grupo recebeu a dieta final restrita a 1,5% do peso vivo (PV) e com aumentos diários de 0,45 kg de matéria seca e o outro grupo foi restrito a 1,25% do PV e com aumento de 0,23 kg/dia de matéria seca. Bovinos alimentados com a dieta final restrita tiveram menor consumo de matéria seca (22%) e ganharam menos peso durante os primeiros 28 dias, porém, no período experimental total o ganho médio diário e a eficiência alimentar não diferiram entre os tratamentos.

Em outro estudo, Weichenthal et al. (1999) adaptaram bovinos a uma dieta de 95% de concentrado de diferentes formas: acesso *ad libitum* às dietas com 65, 75, 82, e 90% de concentrado, com duração de 6 dias para cada dieta ou por meio da oferta restrita da dieta final (95% de concentrado) a 1,77% do PV com aumentos diários de 0,23-0,45 kg com duração de 24 dias. A ingestão de matéria seca foi reduzida em 6% e a eficiência alimentar foi aumentada em 8% para os animais que foram adaptados por meio da restrição da dieta final.

Bevans et al. (2005) mostraram que valores de pH ruminal tiveram maior variação para uma rápida adaptação (3 dias) do que para uma adaptação mais gradual (15 dias), o que representa maior oportunidade de ocorrência de acidose em alguns animais, e sugere que bovinos, os quais podem eficientemente regular o consumo durante a adaptação gradual, consomem mais matéria seca durante a progressão das dietas.

No Brasil, de acordo com Millen et al. (2009), 48,8% dos nutricionistas utilizam o protocolo de adaptação em escadas, com aproximadamente 2,9 dietas e duração média de 5,9 dias para cada dieta, totalizando 17,1 dias de duração média do período de adaptação. Ainda, 19,4 % preferem protocolo de restrição a dieta final e 9,7% de uma ração apenas com menos energia que a dieta de terminação. Em um novo levantamento 60,6% dos nutricionistas passaram a utilizar o protocolo de adaptação em escadas, com aproximadamente 3,1 dietas e duração média de 6,6 dias para cada dieta, totalizando 18,6 dias de duração média do período de adaptação. Nos outros protocolos houve inversão, onde 15,1% preferem uma ração apenas com menos energia que a dieta de terminação e 12,1% de restrição a dieta de terminação (Oliveira e Millen, 2011). Entretanto, esses profissionais aplicam protocolos de adaptação de forma empírica ou com base em informações geradas por outros países, principalmente do Estados Unidos. Isso ocorre porque são poucos os estudos que existem a esse respeito em nosso país.

No primeiro estudo realizado no Brasil com protocolos de adaptação, Parra et al. (2011) testaram protocolos de adaptação à dieta de 85% de concentrado, em escada (14 e 21 dias de duração) e restrição a dieta final (14 e 21 dias de duração) em bovinos Nelore, e observaram que nenhuma diferença foi encontrada para peso vivo final, ganho de peso diário, ingestão de matéria seca em quilos, conversão alimentar e eficiência alimentar com relação ao efeito de protocolos de adaptação. Contudo, o peso de carcaça quente e o rendimento de carcaça foram maiores para os animais adaptados por 14 dias, comparado

com os adaptados por 21 dias (285,61 vs. 278,72 e 56,76 vs. 56,13, respectivamente).

Diante disso, o primeiro passo para que nutricionistas tenham acesso às informações reais da realidade do nosso país foi dado. No entanto, mais avanços são necessários, principalmente na duração de adaptação.

#### **2.4 Comportamento ingestivo e seletividade dos ingredientes da dieta**

Entre os objetivos de se estudar o comportamento ingestivo em ruminantes, destaca-se o estabelecimento da relação com o consumo voluntário e o potencial para melhorar o desempenho animal (Albright, 1993). Nutricionistas e confinadores usualmente associam acidose subclínica com o comportamento ingestivo anormal ou irregular. Colaborando com essa teoria, Galyean e Eng (1998) relataram que o comportamento ingestivo pode ter papel na manifestação de distúrbios metabólicos e, conseqüentemente, no desempenho animal.

Segundo Kyriazakis et al. (1999), o animal muda a seleção de ingredientes da dieta se uma mudança fisiológica, como o estado ruminal, for alterado numa magnitude suficiente para ser detectado pelo ruminante. Tal fato pode diretamente afetar todas as variáveis do comportamento ingestivo. Atwood et al. (2001) relataram que os animais variam em suas preferências alimentares e suas preferências podem mudar com o passar do tempo. Ainda, animais denominados selecionadores podem aprender a diminuir o tamanho das refeições ou a quantidade ingerida para evitar o desconforto da indigestão, por isso, a importância de se estudar o comportamento ingestivo frente aos diversos cenários impostos pelo homem para maximizar a produção animal.

Ronchesel (2012) num estudo com diferentes protocolos e duração de adaptação (escadas e restrição; 14 e 21 dias), observou que em algumas fases de mensuração (dias) os animais do protocolo em escadas apresentaram maior índice de seleção para tamanho de partículas possivelmente de ingredientes concentrados, enquanto os animais do protocolo de restrição apresentaram tendência de seleção a favor de partículas de maior tamanho (possivelmente alimentos volumosos). Também foi encontrado que, apesar do protocolo de restrição ter proporcionado aos animais maior período de ócio, melhor eficiência de alimentação e ruminação da matéria seca, o desempenho foi o mesmo entre os animais dos diferentes protocolos; de acordo com os dados de Parra et al. (2011), como parte desse estudo. Ainda, não foi apresentado diferenças no comportamento ingestivo entre os animais adaptados em 14 e 21 dias.

Johnson et al. (2011) estudaram novilhos confinados em dois locais diferentes e concluíram que, fornecidas condições iguais não ocorre efeito negativo no comportamento e desempenho dos animais. Contudo, se mudarem os níveis de concentrado, pode-se alterar o comportamento ingestivo. Desse modo, rações contendo alto teor de fibra em detergente neutro (FDN) promovem redução do consumo de matéria seca total, devido à limitação provocada pela repleção do rúmen retículo (Van Soest, 1994). Dessa maneira, ocorre aumento no tempo gasto para ingestão, de modo que o animal possa suprir suas exigências energéticas (Mertens, 1997).

Carvalho et al. (2006) observaram que animais em baía gastam em torno de duas horas consumindo alimentos ricos em energia, ou até mais de seis horas, para fontes com baixo teor de energia. O tempo despendido em ruminação e ingestão é influenciado pela natureza da dieta e, provavelmente, proporcional ao teor de parede celular dos volumosos. Assim, quanto maior a participação de alimentos volumosos na dieta, maior será o tempo despendido com ruminação (Van Soest, 1994). Bürger et al. (2000) verificaram que o tempo despendido em alimentação e ruminação diminuiu, e o tempo de ócio aumentou linearmente, com o aumento do nível de concentrado nas dietas. O aumento do nível de concentrado nas dietas não influenciou o número de refeições diárias, mas diminuiu linearmente o tempo despendido por refeição.

Dessa forma, torna-se necessário avaliar o comportamento ingestivo dos animais confinados submetidos a diferentes protocolos e duração de adaptação, pois pode ser uma ferramenta adicional que permita pequenos ajustes para que se possa explorar o potencial produtivo de animais e minimizar problemas ligados à saúde ruminal.

### **2.5 Variação diária na ingestão de matéria seca**

Bovinos confinados recebendo dietas com alto teor de concentrado podem apresentar variações na ingestão de alimentos ao longo do período de confinamento, que podem causar acidose e reduzir a ingestão de matéria seca (Britton e Stock, 1987). Essa ideia é suportada pelo estudo de Galyean et al. (1992), segundo o qual deliberadamente 10% de flutuação na dieta fornecida aos animais reduziu o ganho em 6% e a eficiência alimentar em 7% quando comparados a animais que receberam a dieta de acordo com programação constante com base no peso vivo. Nesse estudo, o desempenho reduzido foi atribuído à acidose subclínica devido à variação na ingestão, mesmo com o pH ruminal não sendo mensurado.

Hicks (2006) avaliou dados de literatura disponíveis e concluiu que, mesmo que as pesquisas com animais canulados indiquem maior risco de acidose com consumo variado, o desempenho em confinamento não parece ter sido afetado pela variação na ingestão. Esse autor também analisou dados de consumo de confinamentos comerciais em Oklahoma Panhandle e achou que o coeficiente de variação no trato diário explicou menos de 10% da variação no ganho de peso diário e conversão alimentar. Ainda, outros trabalhos encontraram que a flutuação de consumo não prejudica o desempenho dos animais (Soto-Navarro et al., 2000; Hickman et al., 2002).

Em outro estudo, foram removidas as variações de altos e baixos do consumo e observou-se diminuição de 12% na ingestão de matéria seca e melhora de 11,7% na eficiência alimentar (Pritchard e Bruns, 2003). Segundo Owens (2007), registros de confinamentos indicam que a taxa de ganho e eficiência alimentar são piores para lotes de bovinos que têm o consumo de alimento mais variável. Ainda, Schwartzkopf-Genswein et al. (2004) observaram que bovinos que foram impostos à ingestões flutuantes apresentaram maior tempo de pH ruminal abaixo de 5,5 – valor que já pode ser considerado como acidose subclínica. Em um levantamento realizado por Oliveira e Millen et al. (2011), foi relatado que 53,3% dos confinamentos brasileiros atendidos pelos nutricionistas entrevistados não controlam a quantidade de alimento fornecido para cada baia, o que pode colaborar com o aumento da variação diária na ingestão de matéria seca.

De fato, muitos estudos têm concluído que grandes variações ou flutuações na ingestão de matéria seca por bovinos alimentados com dietas contendo altos teores de concentrados podem causar desordens digestivas como a acidose e reduzir o desempenho animal no confinamento (Stock et al., 1995), sendo esse efeito maior no início do período de alimentação (Soto-Navarro et al., 2000). Dessa forma, devem-se evitar ao máximo variações na ingestão no período de adaptação, pois os animais são mais susceptíveis nessa fase, mas, com o tempo, o próprio animal pode se ajustar a essa variação de ingestão. Aliado a isso, estudo epidemiológico em confinamento talvez possa ser uma boa ferramenta para se avaliar as relações entre variação na ingestão e a saúde animal.

## **2.6 Saúde ruminal**

### **2.6.1 Morfologia dos estômagos dos ruminantes**

O estômago dos ruminantes é composto por quatro compartimentos morfológicamente distintos. Os três primeiros – rúmen, retículo e omaso – correspondem

à parte aglandular, e o abomaso é o compartimento glandular (Dellmann e Brown, 1982). O rúmen é marcado externamente por sulcos que correspondem internamente aos pilares. Estes dividem o órgão em sacos cranial, ventral, dorsal, cego caudo-dorsal e cego caudo-ventral. A extremidade cranial do saco ventral é denominada recesso do rúmen (Nickel et al., 1981).

A superfície interna do rúmen de um animal adulto é caracterizada macroscopicamente pela presença de inúmeras projeções da mucosa, as papilas ruminais, as quais aumentam a superfície interna do órgão. As papilas se projetam para o lúmen do órgão, podendo apresentar formas e tamanhos variados nas diferentes partes do rúmen (Henrikson, 1970). São responsáveis por aumentar a área de superfície de contato, ou seja, a área de troca entre o conteúdo ruminal e a corrente sanguínea. Nas papilas, ocorre a proliferação celular para crescimento e renovação epitelial, expressa por alta atividade mitótica (Pereira, 1997). Elas são maiores e mais densas nas regiões ventrais dos sacos ruminais.

### **2.6.2 Absorção de AGCC e efeitos sobre a morfologia, histologia e proliferação celular do epitélio ruminal**

A concentração e proporções de AGCC no fluido ruminal são bastante variáveis, além de ser dependente da composição da dieta e do tempo após a alimentação. Em dietas ricas em carboidratos rapidamente fermentáveis, o valor de AGCC pode dobrar em comparação a dietas a base de forragens; e o pico de concentração ocorre geralmente entre 10 e 14 horas após a primeira alimentação do dia com dieta de alto conteúdo energético (Pereira e Armentano, 2000).

Por lógica, os desencadeadores do crescimento papilar e da capacidade de absorção são os AGCC. Por isso, deve-se reconhecer que a transição alimentar de dietas bases para dietas de terminação em bovinos confinados deve provocar a adaptação epitelial, a qual envolve adaptações morfológicas associadas com a proliferação do tecido e alterações na função das células individuais (Gäbel e Aschenbach, 2007).

Segundo Mentschel et al. (2001), proliferação epitelial ruminal é uma resposta que maximiza a área de superfície de absorção de nutrientes. Bannink et al. (2008) relataram que as vacas alimentadas com aumentos rápidos de concentrado na dieta após o parto tiveram maior taxa de proliferação epitelial, resultando em máxima área de superfície em aproximadamente 3 a 4 semanas pós-parto em comparação com as 7-8

semanas necessárias para as vacas que receberam aumentos mais graduais do concentrado na dieta. Assim, as diferenças na linha de tempo necessário para a proliferação epitelial provavelmente depende da densidade da energia da dieta e taxa no aumento da fermentabilidade nas dietas subsequentes.

De acordo com Warner (1991), propionato e butirato parecem ser mais estimuladores do crescimento papilar em bezerros do que acetato. Considerando-se que o mecanismo de ação se dê por efeito indireto sobre a secreção de insulina, butirato seria o maior estimulador do crescimento papilar, já que, em ovinos, infusão sanguínea de menor quantidade de butirato foi requerida para desencadear a mesma resposta em insulina plasmática que propionato (Sano et al., 1995). Segundo Gorka et al. (2009), bezerros jovens alimentados com substituto do leite fortificado com butirato exibiram aumento do comprimento papilas ruminais, largura e área de superfície. No entanto, Costa et al. (2008) relataram que somente o propionato tendeu a aumentar o tamanho das papilas no saco cranial.

Sakata e Tamate (1979) realizaram biópsia de papilas ruminais de quatro carneiros adultos que receberam infusão intra ruminal de acetato, propionato e butirato através da fistula ruminal. Para avaliar a capacidade mitogênica dos ácidos, foi realizada a mensuração do índice mitótico das células epiteliais das papilas ruminais. Antes da infusão dos ácidos o índice mitótico foi menor que 0,53%. Após dois a quatro dias de infusão de propionato o índice mitótico atingiu o pico máximo, que foi 1,57% na média, e depois do quarto dia de infusão diminuiu. O índice mitótico com o acetato também aumentou e depois reduziu, atingindo os valores máximos no terceiro e quarto dias de infusão, média de 2,06%. Os autores concluíram que tanto acetato quanto propionato aceleraram a proliferação celular do epitélio ruminal, e o butirato foi o ácido que menos estimulou o índice mitótico.

Por outro lado, segundo alguns autores, o butirato é inibidor de proliferação celular *in vitro* (Baldwin, 1999) e *in vivo* quando permanece continuamente em contato com o epitélio ruminal (Gálfi et al., 1986). De acordo com Gálfi et al. (1983), em cultura de células epiteliais do rúmen, o butirato estimulou hiperqueratose (espessamento da camada córnea), atrofia papilar, queratinização, descamação de células queratinizadas e distúrbios ultraestruturais típicos do processo de queratinização. Costa et al. (2008)

observaram desprendimento da camada córnea após infusão de butirato no rúmen de bezerros.

De acordo com Sakata e Tamate (1978), infusões contínuas de butirato no rúmen não aumentaram o índice mitótico de células epiteliais em ovinos, enquanto infusões de curta duração da mesma quantidade de butirato levaram a aumento no índice mitótico. O fornecimento de concentrado uma, em vez de quatro vezes ao dia, a vacas não lactantes aumentou a concentração de insulina plasmática e o índice mitótico na camada basal do epitélio ruminal (Resende Júnior et al., 2006). No mesmo experimento, jejum de 24 a 72 horas induziu queda na insulina plasmática, aumento no pH ruminal, atrofia papilar e queda no número de células em mitose na camada basal do epitélio ruminal. Por esses dados, sugere-se que a quantidade de AGCC produzida no rúmen pode não ser a única determinante da proliferação celular, mas também a taxa ou variação da taxa de produção de AGCC.

Esses resultados suportam o conceito de que o butirato não promove a proliferação epitelial diretamente, mas sim age por meio da liberação de hormônios e fatores de crescimento. Tais mediadores incluem IGF-1, GH, insulina e glucagon, pois suas concentrações no plasma aumentaram de modo dependente em resposta a infusões ruminais mista de AGCC, contendo 10% de butirato (Zhao e Sun, 2010). Ainda, segundo Lane et al. (2002), supõem-se que mudança ruminal dos AGCC durante um desafio de grãos pode influenciar a expressão dos genes cetogênicos. Resultados que apoiam a hipótese de que as adaptações em nível celular são as alterações iniciais e rapidamente ocorrem mudanças no epitélio ruminal com intensificação da área de superfície de absorção para longo prazo da adaptação (Etschmann et al., 2009).

### **2.6.3 Rumenite e abscessos hepáticos**

A alimentação de bovinos em confinamento com dietas de alto grão requer um período de transição durante o qual as dietas contém quantidades crescentes de grãos. Durante esse período de transição, mudanças abruptas na quantidade de grão da dieta aumentam o risco de acidose. Acidose ruminal leva a rumenites, abscessos hepáticos e subsequentemente diminui o desempenho (Vechiato et al., 2011).

Sequela comum a muitas doenças, rumenite é uma condição com desenvolvimento de alterações inflamatórias no epitélio ruminal e nos tecidos subjacentes de bovinos alimentados com dietas ricas em concentrados e com níveis de forragem

inadequados. Na maioria dos casos, a infecção do epitélio ruminal ocorre após dano mecânico ou químico (Nagaraja e Chengappa, 1998).

As principais causas da rumenite nos animais são originadas por processos fermentativos inadequados no interior do rúmen que podem ser gerados tanto por quadros graves de acidose láctica ruminal aguda, nos quais o baixo pH associado a alta osmolaridade poderá provocar lesões na parede ruminal, em especial nas papilas, quanto por branda acidose por AGCC, no qual a produção excessiva desses ácidos no interior do rúmen se acumulam principalmente nas regiões ventrais do órgão e gera uma lesão corrosiva em sua parede (Nagaraja e Lechtenberg, 2007). No Brasil, segundo Vechiato et al. (2011), foi observado valor de 11,88% na frequência de lesões na parede ruminal em bovinos terminados em confinamento. Esse valor encontrado é baixo em comparação aos encontrados nos EUA, que variam de 26% a 55% (Nagaraja e Chengappa, 1998).

Após se instalar o quadro de rumenite, as barreiras físicas de defesa dos animais estão comprometidas devido à lesão originada, o que facilita a entrada das bactérias ruminais, em especial as do gênero *Fusobacterium necrophorum*. Essas bactérias, após atravessarem o epitélio ruminal, atingem a circulação sanguínea e, por meio do sistema circulatório porta, chegam ao fígado, ocasionando infecção e formação de abscessos hepáticos (Nagaraja e Lechtenberg, 2007), que são inflamações purulentas circunscritas, delimitadas, com formação de cápsula de tecido conjuntivo fibroso (Coelho, 1997).

Abscessos hepáticos podem ocorrer independente da faixa etária, sexo ou raça do animal, mas a de maior importância econômica ocorre em bovinos confinados. Segundo Nagaraja e Chengappa (1998), abscessos hepáticos apresentam incidência de 1 a 2% em animais provenientes de pastagens; já em animais alimentados com dietas ricas em concentrado energético, a incidência aumenta para 90 a 95%. Segundo Smith (1998), a incidência média de abscessos hepáticos em bovinos criados em confinamentos americanos varia de 12% a 32%, enquanto que no Brasil a frequência de abscessos hepáticos encontrado por Vechiato et al. (2011) foi de 2,54%.

Jensen et al. (1954) observaram, durante a inspeção de 1.535 bovinos abatidos, incidência de 41% de abscessos hepáticos em 55% de rúmen com lesão em comparação aos 23% de abscessos em 45% de rumens sadios. Smith (1944) observou em 1.807 bovinos abatidos incidência de 42% de abscessos hepáticos em 26% de rúmen com algum tipo de lesão, contra 9% em 74% de rumens sadios. Ambos os autores concluíram que

quadros de abscessos hepáticos estão relacionados a quadros prévios de rumenites. Assim, devido à elevada correlação entre a incidência de patologia ruminal e abscessos hepáticos em bovinos, o termo "complexo ou síndrome de rumenite abscesso hepático" é comumente usado (Nagaraja e Lechtenberg, 2007). Segundo Vechiato et al. (2011), quadros de rumenite mais graves apresentam alto fator risco para o aparecimento de abscessos hepáticos.

O principal efeito econômico dos abscessos hepáticos está relacionado com redução no desempenho animal e na produção de carcaça. Causam redução em até 11% no ganho de peso diário e 9,7% na eficiência alimentar (Nagaraja e Lechtenberg, 2007). Os animais acometidos por abscessos hepáticos têm sua taxa de crescimento diminuída de 5,85% a 12,7%, causando grande perda produtiva e econômica (Brown et al., 1975). Esses efeitos são evidentes principalmente para bovinos com abscessos mais severos (com base no número e tamanho), geralmente referidos como A + (com base na escala de 0, A-, A, e A +; Brown et al., 1975); abscessos na categoria A- ou A não têm impacto mensurável sobre o desempenho. Acredita-se que os abscessos ocorram nos 60 dias finais do confinamento, coincidindo com a fase de maior fornecimento de concentrados energéticos, o regime de terminação (Nagaraja e Lechtenberg, 2007).

Segundo Smith (2006), bovinos com abscesso hepático não mostram quaisquer sinais clínicos, e são comumente diagnosticados e encontrados no exame *pós-mortem* durante o abate. Esses fígados são examinados pelos métodos de inspeção e palpação por agentes do serviço de inspeção federal (SIF) e condenados na ocorrência de alterações macroscópicas. O número de abscessos hepáticos pode ser bastante variado, sendo possível ser visto de 1 até 100 abscessos por fígado, entretanto, normalmente são observados de 2 a 10. Quanto ao seu tamanho, estes podem ser menores que 1 cm ou maior que 15 cm de diâmetro associado a uma área de hiperemia circular ao redor do abscesso (Nagaraja e Lechtenberg, 2007).

Uma das recomendações para controle de abscessos hepático, consiste na adaptação gradualmente dos bovinos para dietas de alto grão, pois é sabido que abscessos hepáticos em bovinos confinados resultam de programas de alimentação com alto grão (Nagaraja e Lechtenberg, 2007). No entanto, há poucos dados na literatura entre a incidência de abscesso hepático e protocolos de adaptações às dietas com alta ingestão de concentrados.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBRIGHT, J.L. Nutrition and feeding calves: Feeding behavior of dairy cattle. *J. Anim. Sci.*, v.76, n.2, p.485-498, 1993.
- ANUALPEC. Anuário da pecuária brasileira. 1.ed. São Paulo: FNP, 2012. 378p.
- ATWOOD, S.B.; PROVENZA, F.D.; WIEDMEIER, R.D.; BANNER, R.E. Influence of freechoice vs. mixed-ration diets on food intake and performance of fattening calves. *J. Anim. Sci.*, v.79, p.3034–3040, 2001.
- BALDWIN, R. L. The proliferative actions of insulin, insulinlike growth factor-I, epidermal growth factor, butyrate and propionate on ruminal epithelial cells in vitro. *Small Rumin. Res.*, v.32, p.261–268, 1999.
- BANNINK, A.; FRANCE, J.; LOPEZ, S. *et al.* Modeling the implications of feeding strategy on rumen fermentation and functioning of the rumen wall. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.143, p.3–26, 2008.
- BARDUCCI, R.S.; RIBEIRO F.A. Adaptação à dieta de alto concentrado para bovinos confinados. *Beef Point*, 2012. Disponível em: <<http://www.beefpoint.com.br/radares-tecnicos/nutricao/adaptacao-a-dieta-de-alto-concentrado-para-bovinos-confinados>>. Acessado em: 14 jan. 2013.
- BEVANS, D.W.; BEAUCHEMIN, K.S.; SHWARTZKOPF-GENSWEIN, K.S. *et al.* Effect of rapid or gradual grain adaptation on subacute acidosis and feed intake by feedlot cattle. *J. Anim. Sci.*, v.83, p.1116-1132, 2005.
- BIERMAN, S.J.; PRITCHARD, R.H. Effect of feed delivery management on yearling steer performance. *South Dakota Beef Rep.*, Brookings: South Dakota State Univ., p.17-21, 1996.
- BRITTON, R.A.; STOCK, R.A. Acidosis, rate of starch digestion and intake. In: AGRICULTURAL EXPERIMENT SATATION MP 121, 1987, Stillwater. *Proceedings...* Stillwater: Oklahoma State University, 1987. p.125-137.
- BROWN, H.; BING, R.F.; GRUETER, H.P. *et al.* Tylosin and chlortetracycline for prevention of liver abscess, improved weight gains and feed efficiency in feedlot cattle. *J. Anim. Sci.*, v.40, p.207-213, 1975.
- BROWN, M.S.; MILLEN, D.D. Protocolos para adaptar bovinos confinados a dietas de alto concentrado. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES: RECENTES AVANÇOS NA NUTRIÇÃO DE BOVINOS CONFINADOS, 2., 2009, Botucatu. *Anais...* Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2009. p.2-22.
- BROWN, M.S.; PONCE, C.H.; PULIKANI, R. Adaptation of beef cattle to high concentrate diets: Performance and ruminal metabolism. *J. Anim. Sci.*, v.84, p.25-33, 2006.
- BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C. *et al.* Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. *R. Bras. Zootec.*, v.29, p.236-242, 2000.
- BURRIN, D.G.; BRITTON, R.A. Response to monensin in cattle during subacute acidosis. *J. Anim. Sci.*, v.63, p.888–893, 1986.

- CARVALHO, S.; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H. *et al.* Comportamento ingestivo de cabras Alpinas em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro proveniente da forragem. *R. Bras. Zootec.*, v.35, p.562-568, 2006.
- CHOAT, W.T.; KREHBIEL, C.R.; BROWN, M.S. *et al.* Effects of restricted versus conventional dietary adaptation on feedlot performance, carcass characteristics, site and extent of digestion, digesta kinetics, and ruminal metabolism. *J. Anim. Sci.*, v.80, p.2726-2739, 2002.
- COELHO, H.E. *Patologia Geral Veterinária*. 2.ed. Uberlândia: Imprensa, 2000. 148p.
- COSTA, S.F.; PEREIRA, M.N.; MELO, L.Q. *et al.* 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.*, v.60, p.1-9, 2008.
- COUNETTE, G. H.M.; PRINS, R.A. Regulation of lactate metabolism in the rumen. *Vet. Res. Commun.*, v.5, p.101-115, 1981.
- DEHORITY, B.A. In vitro determination of generation times for *Entodinium exiguum*, *Ophryoscolex purkynjei* and *Eudiplodinium maggi*. *J. Eukaryot. Microbiol.*, v.51, p.333-338, 2004.
- DELLMANN, H.D.; BROWN, E.M. *Histologia Veterinária*. 1.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1982. 397p.
- ETSCHMANN, B.; SUPLIE, A.; MARTENS H. Change of ruminal sodium transport in sheep during dietary adaptation. *Arch. Anim. Nutr.*, v.63, p.26-38, 2009.
- GÄBEL, G.; ASCHENBACH, J. R. SCFA, protons and ruminal epithelium: The good, the bad, the barrier. In: PRODUCTION DISEASES IN FARM ANIMALS, 2007. M. Furrll, ed. Universitat Leipzig, Germany, 2007. p.291.
- GÁLFI, P.; NEOGRÁDY, S.; KUTAS, F. Dissimilar ruminal epithelial response to short-term and continuous intra-ruminal infusion of sodium n-butyrate. *J. Vet. Med.*, v.33, p.47-52, 1986.
- GÁLFI, P.; NEOGRÁDY, S.; KUTAS, F.; VERESEGYHÁZY, T. Keratinization of cultured ruminal epithelial cells treated with butyrate and lactate. *J. Vet. Med.*, v.30, p.775-781, 1983.
- GALYEAN, M.L.; ENG, K.S. Application of research findings and summary of research needs: Bud Britton memorial symposium on metabolic disorders of feedlot cattle. *J. Anim. Sci.*, v.76, p.323-327, 1998.
- GALYEAN, M.L.; MALCOLM-CALLIS, K.J.; GARCIA, D.R.; PULSIPHER, D.G. Effects of varying the pattern of feed consumption on the performance by program-fed beef steers. *Clayton Livestock Res. Center Prog. Rep.* New Mexico State University, n.78, 1992.
- GORKA, P.; KOWALSKI, Z.M.; PIETRZAK, P. *et al.* Effect of sodium butyrate supplementation in milk replacer and starter diet on rumen development in calves. *J. Physiol. Pharmacol.*; v.60, p.47-53, 2009.
- HEINRICHS, J. Evaluating particle size of forages and TMRs using the Penn State particle size separator. DAS 96-20. *Coll. Agric. Sci.*, Pennsylvania State Univ., p.9, 1996.

- HENRIKSON, R.C. Ultrastructure of ovine ruminal epithelium and localization of sodium in the tissue. *J. Ultrastruct. Res.*, v.30, p.385. 1970.
- HICKMAN, D.D.; McALLISTER, T.A.; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN K.S. *et al.* Relationship between feeding behavior and performance of feedlot steers. *J. Anim. Sci.*, v.80, 2002 p.15. (Abstr.).
- HICKS, B. Effects of feed delivery fluctuations on ruminal acidosis and performance of feedlot cattle. *Beef Cattle Research Update*, 2006. Oklahoma Panhandle Research Extension Center. Disponível em:  
<<http://oaes.pss.okstate.edu/goodwell/Publications/Animal%20Science/.OSU%20Beef%20Cattle%20Research%20Update%20April%202006.pdf>>. Acessado em: 14/01/2013.
- HUNGATE, R.E.; BRYANT, M.P.; MAH, R.A. The rumen bacteria and protozoa. *Ann. Rev. of Microbiol.*, v.18, p.131-166, 1964.
- JENSEN, R.; DEANE, H.M.; COOPER, L.J. The rumenitis-liver abscess complex in beef cattle. *Am. J. Vet. Res.*, v.15, p.202, 1954.
- JOHNSON, A.K.; LONERGAN, S.M.; BUSBY, W.D. *et al.* Comparison of steer behavior when housed in a deep-bedded hoop barn versus an open feedlot with shelter. *J. Anim. Sci.*, v.89, p.1893-1898, 2011.
- JOHNSON, T.R.; COMBS, D.K. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v.74, p.933-944, 1991.
- KYRIAZAKIS, I.; TOLKAMP, B.J.; EMMANS, G. Diet selection and animal state: an integrative framework. *Proc. Nutr. Soc.*, v.58, p.765-772, 1999.
- LANE, M.A.; BALDWIN, R.L.; JESSE, B.W. Developmental changes in ketogenic enzyme gene expression during sheep rumen development. *J. Anim. Sci.*, v.80, p.1538-1544, 2002.
- LOPES, C.A.M.; MORENO, G. Aspectos bacteriológicos de ostras, mariscos e mexilhões. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 14., 1974, São Paulo. *Anais...* São Paulo: [s.n.] 1974. p.97. (Resumo).
- McALLISTER, T.A.; DOND, Y.; YANKE, L.J. *et al.* Cereal grain digestion by selected strains of ruminal fungi. *Can. J. Anim. Sci.*, v.39, p.367- 376, 1993.
- MENTSCHER, J.; LEISER, R.; MULLING, C. *et al.* Butyric acid stimulates rumen mucosa development in the calf mainly by a reduction of apoptosis. *Arch. Anim. Nutr.*, v.55, p.85- 102, 2001.
- MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cattle. *J. Anim. Sci.*, v.80, p.1463-1481, 1997.
- MILLEN, D.D.; PACHECO, R.D.L.; ARRIGONI, M.D.B. *et al.* A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. *J. Anim. Sci.*, v.87, p.3427-3439, 2009.
- NAGARAJA, T.G. Response of the gut and microbial populations to feedstuffs: The ruminant story. In: MINNESOTA NUTRITION CONFERENCE, 64, 2003, St. Paul. *Proceedings...* Saint Paul: Minnesota Nutrition Conference, 2003. p.64-77.

- NAGARAJA, T.G.; CHENGAPPA, M.M. Liver abscess in feedlot cattle: A review. *J. Anim. Sci.*, v.76, p.287-298, 1998.
- NAGARAJA, T.G.; LECHTENBERG, K.F. Liver abscess in feedlot cattle. *Vet. Clin. North Am. Food Anim.*, v.23, p.351-369, 2007.
- NICKEL, R.; SCHUMMER, A.; SEIFERLE, E. The anatomy of the domestic animals: the circulatory system, the skin and the cutaneous organs of the domestic mammals. 2<sup>a</sup> rev. Berlin. Ed. Verlag Paul Parey, v.3, p.610, 1981.
- OLIVEIRA, C.A.; MILLEN, D.D. Levantamento sobre as recomendações nutricionais e práticas de manejo adotadas por nutricionistas de bovinos confinados no Brasil: Informações gerais e adaptação. *R. Bras. Zootec.*, v.41, p.3, 2011.
- OWENS, F.N. Clinical and subclinical acidosis. In: III SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES: 1<sup>st</sup> BRAZILIAN RUMINANT NUTRITION CONFERENCE RUMEN HEALTH, 1., 2007, Botucatu. *Anais...* Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agrônomicas, 2007. p.35-52.
- OWENS, F.N.; SECRIST, D.; HILL, J.; GILL, D. A new look at acidosis. In: PROC. SOUTHWEST NUTRITION AND MANAGEMENT CONFERENCE, 1996, Phoenix. University of Arizona, 1996. p.1-15.
- OWENS, F.N.D.; SECRIST, S.; HILL, W.J.; GRILL, D.R. Acidosis in cattle: a review. *J. Anim. Sci.*, v.76, p.275-286, 1998.
- PARRA, F.S.; RONCHESEL, J.R.; ARRIGONI, M.D.B. *et al.* Effects of restricted versus conventional dietary adaptation over periods of 14 and 21 days on rumen papillae of feedlot Nelore cattle. *J. Anim. Sci.*, v.89, p.616, 2011. (Resumo).
- PEREIRA, M.N. *Responses of lactating cows to dietary fiber from alfalfa or cereal byproducts.* 1997. 186f. Thesis (Doctor in Animal Nutrition) - University of Wisconsin, Madison.
- PEREIRA, M.N.; ARMENTANTO, L.E. Partial replacement of forage with nonforage fiber sources in lactating cow diets. II. Digestion and rumen function. *J. Dairy Sci.*, v.83, p.2876-2887, 2000.
- PRITCHARD, R.H.; BRUNS, K.W. Controlling variation in feed intake through bunk management. *J. Anim. Sci.*, v.81, p.133-138, 2003.
- RESENDE JÚNIOR, J.C.; ALONSO, L.S.; PEREIRA, M.N. *et al.* Effect of the feeding pattern on rumen wall morphology of cows and sheep. *Braz. J. Vet. Res. Anim.*, v.43, p.526-536, 2006.
- RONCHESEL, J.R. *Comportamento ingestivo de bovinos Nelore confinados adaptados com diferentes protocolos à dieta de alto concentrado.* 2012. 60f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- SAKATA, T.; TAMATE, H. Rumen epithelial cell proliferation accelerated by rapid increase in intraruminal butyrate. *J. Dairy Sci.*, v.61, p.1109-1113, 1978.
- SAKATA, T.; TAMATE, H. Rumen epithelium cell proliferation accelerate by propionate and acetate. *J. Dairy Sci.*, v.62, p.49-52, 1979.

- SANO, H.; TANO, S.; TAKAHASHI, H.; TERASHIMA, Y. Dose response of plasma insulin and glucagon to intravenous n-butyrate infusion in sheep. *J. Anim. Sci.*, v.73, p.3038-3043, 1995.
- SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K.S.; BEAUCHEMIN, K.A.; MCALLISTER, T.A. Effect of feed delivery fluctuations and feeding time on ruminal acidosis, growth performance, and feeding behavior of feedlot cattle. *J. Anim. Sci.*, v.82, p.3357-3365, 2004.
- SMITH, B.P. *Medicina interna de grandes animais*. 3.ed. Manole: São Paulo, 2006. p.731-735.
- SMITH, H. A. Ulcerative lesions of the bovine rumen and their possible relation to hepatic abscess. *Amer. Jour. Vet. Res.*, v.5, p.234-242, 1944.
- SMITH, R.A. Impact of disease on feedlot performance: a review, *J. Anim. Sci.*, v.76, p.272-274, 1998.
- SOTO-NAVARRO, S.A.; KREHBIEL, C.R.; DUFF, G.C. *et al.* Influence of feed intake fluctuation, feeding frequency, time of feeding, and rate of gain on performance by limit-fed steers. *J. Anim. Sci.*, v.16, p.13-20, 2000.
- STOCK, R.A.; LAUDERT, S.B.; STROUP, W.W. Effects of monensin and monensin and tylosin combination on feed intake variation of feedlot steers. *J. Anim. Sci.*, v.73, p.39-44, 1995.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, NY, 1994.
- VASCONCELOS, J.T.; GALYEAN, M.L. Nutritional recommendations of feedlot consulting nutritionists: The 2007 Texas Tech University survey. *J. Anim. Sci.*, v.85, p.2772-2781, 2007.
- VECHIATTO, T.A.F.; MASCHIO, W.; BOM, L.C. *et al.* Estudo retrospectivo de abscessos hepáticos em bovinos abatidos em um frigorífico paulista. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.*, v.48, p.384-391, 2011.
- WARNER, R.G. Nutritional factors affecting the development of a functional ruminant-A historical perspective. In: CORNELL CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 1991, Rochester. *Proceedings...* Ithaca: Cornell University, 1991. p.1-13.
- WEICHENTHAL, B.; RUSH, I.; VAN PELT, B. Dietary management for starting finishing yearling steers on feed. In: NEBRASKA BEEF CATTLE REPORT MP 71. 1999, Lincoln. *Proceedings...* Lincoln: Univ. Nebraska, 1999. p.44-46.
- ZHAO, G.Y.; SUN, Y.B. Effects of volatile fatty acids on IGF-I, IGFBP-3, GH, insulin and glucagon in plasma, and IGFI and IGFBP-3 in different tissues of growing sheep nourished by total intragastric infusions. *Asian-australas. J. Anim. Sci.*, v.23, p.366-371, 2010.

## CAPÍTULO 2

O artigo a seguir está redigido conforme normas de publicação do *Journal of Animal Science*, exceto o idioma e o posicionamento das tabelas e figuras.

### **Protocolos de adaptação para bovinos Nelore em confinamento**

**RESUMO** – O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da duração de protocolos de adaptação às dietas com alta inclusão de concentrados sobre o desempenho, características de carcaça (CC), comportamento ingestivo (CI) e variação diária na ingestão de matéria seca (VDIMS) de bovinos Nelore terminados em confinamento. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados, em arranjo fatorial  $2 \times 2$ , sendo os fatores protocolos de adaptação (escadas e restrição) e tempo de durações dos mesmos (9 e 14 dias), totalizando 24 baias, com 6 repetições (baia) por tratamento (5 animais/baia), com 120 Nelores machos não castrados ( $361,3 \pm 30,2$  kg), distribuídos em 6 blocos. Foi observado para os animais do protocolo de restrição menor ingestão de matéria seca (IMS) em quilogramas no período de 0 a 28 dias ( $P=0,01$ ) e 0 a 56 dias ( $P=0,10$ ) (9,01 vs. 9,67 e 10,18 vs. 10,66), menor IMS em porcentagem de peso vivo (PV) no período de 0 a 28 dias ( $P=0,01$ ) e 0 a 56 dias ( $P=0,03$ ) (2,36 vs. 2,52 e 2,47 vs. 2,58). Para conversão alimentar, eficiência alimentar e custo para ganhar um quilo de PV, os animais do protocolo de restrição tiveram melhores valores no período de 0 a 56 dias ( $P=0,06$ ) e 0 a 84 dias ( $P=0,04$ ) (0 a 56 dias: 5,61 vs. 5,97; 0,179 vs. 0,169 e 3,32 vs. 3,53 - 0 a 84 dias: 6,08 vs. 6,38; 0,165 vs. 0,157 e 3,59 vs. 3,77). Foi observado ( $P=0,0056$ ) efeito principal de protocolo na VDIMS, com maiores valores para os animais adaptados pelo protocolo em escadas na fase de adaptação (0,524 vs. 0,438). No CI, animais do protocolo de restrição apresentaram menor tempo de ruminação (TR) ( $P<0,01$ ) (304,00 min/d vs. 398,59 min/d), idas ao bebedouro (IB) ( $P=0,03$ ) (7,40 vs. 8,32), tempo de alimentação por refeição ( $P<0,01$ ) (5,47 min vs. 7,41 min) e eficiência de ruminação da MS (ERUMS) ( $P<0,01$ ) (41,93 min/kg vs. 47,76 min/kg). Além disso, foi observado interação entre protocolo e dias ( $P<0,0001$ ) para o tempo de alimentação (TAL), tempo de mastigação total (TMT), tempo em ócio (TO), IMS e eficiência de alimentação da MS (EALMS), no qual o protocolo de restrição proporcionou melhores valores ao longo dos dias; interação entre duração e dias para o TAL ( $P=0,0009$ ), TMT ( $P=0,0003$ ), TO ( $P=0,0003$ ) e EALMS ( $P<0,0001$ ), com melhores valores para duração de 9 dias no dia 14. Todavia, tais resultados não foram suficientes para desencadear melhora na CC dos animais adaptados pelo protocolo de restrição. Desse modo, bovinos Nelore podem ser adaptados em ambos protocolos e duração de adaptação.

**Palavras-chave:** ingestão, produção intensiva de carne, ruminação, seletividade.

### Protocols of adaptation to Nellore cattle in feedlot

**ABSTRACT** – One hundred and twenty, 24-mo-old Nellore bulls ( $361.3 \pm 30.2$  kg) were fed in 24 pens for 84-d to determine effects of adaptation protocol and length period on feedlot performance, carcass traits, feeding behavior and dry matter intake fluctuations (DMIF) of Nellore cattle. A completely randomized block design with a  $2 \times 2$  factorial arrangement and 6 replications was used (5 bulls/pen). Factors include adaptation protocols, restricted finishing diet intake (REST) as a means of dietary adaptation compared with diets increasing in concentrate (STEP) over periods of either 9 or 14 d. Low dry matter intake (DMI) in kilograms for the REST animals in the period from 0 to 28 days ( $P=0.01$ ) and 0 to 56 days ( $P=0.10$ ) (9.01 vs 9.67 and 10.18 vs. 10.66) as well as low DMI in percentage of body weight (BW) in the period from 0 to 28 days ( $P=0.01$ ) and 0 to 56 days ( $P=0.03$ ) (2.36 vs 2.52; 2.47 vs. 2.58) were observed. REST animals showed better values in the period from 0 to 56 days ( $P=0.06$ ) and 0 to 84 days ( $P=0.04$ ) in feed conversion, feed efficiency and cost to gain one kilogram of BW (0 to 56 days: 5.61 vs 5.97, 0.179 vs 0.169 and 3.32 vs 3.53 - 0 to 84 days: 6.08 vs 6.38, 0.165 vs 0.157 and 3.59 vs 3.77). STEP animals presented ( $P=0.0056$ ) higher DMIF at adaptation phase (0.524 vs 0.438). Regarding feeding behavior, REST animals presented lower chewing time ( $P<0.01$ ) (304.00 min/d vs 398.59 min/d), lower number of visits to drink water ( $P=0.03$ ) (7.40 vs 8.32), less meal time ( $P<0.01$ ) (5.47 min vs 7.41 min) and lower chewing dry matter efficiency ( $P<0.01$ ) (41.93 min/kg vs 47.76 min/kg). Moreover, interaction between protocol and days ( $P<.0001$ ) to daily feed time, total chewing time, inactivity time, DMI and daily feed efficiency of dry matter was observed, in which REST animal provided the best values along the observation days. Interaction between length period and days to daily feed time ( $P=0.0009$ ), total chewing time ( $P=0.0003$ ), inactivity time ( $P=0.0003$ ) and daily feed efficiency of dry matter ( $P<.0001$ ) was also observed, with better values for the length of 9 days on day 14. However, these results were not sufficient to improve neither carcass traits of REST animals. Thus, Nellore can be adapted in both length period and adaptation protocol.

**Keywords:** intake, intensive beef production, rumination, selectivity.

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos dez anos, o número de animais confinados cresceu rapidamente no Brasil. No entanto, este sistema ainda se encontra em pleno desenvolvimento, pois são necessárias evoluções, principalmente nos quesitos logística, manejo de distribuição e mistura de alimentos, e protocolos de adaptação (Millen et al., 2009).

Em um levantamento realizado por Millen et al. (2009) com nutricionistas brasileiros de bovinos de corte em confinamentos, 48,4% desses utilizam protocolo em escadas para adaptar os animais à rações de alta energia e 19,4% preferem protocolo de restrição a dieta final de terminação. Dois anos mais tarde, no mesmo modelo de levantamento, Oliveira e Millen (2011) relataram aumento dos nutricionistas que utilizam protocolos em escadas (60,6%). Todavia, esses nutricionistas recomendam tanto o protocolo de adaptação, como o tempo de duração do mesmo, de forma empírica, ou seja, com base em informações geradas em outros países, principalmente nos Estados Unidos; o que se torna um obstáculo para o sucesso da atividade, já que existem diferenças entre os sistemas de produção de bovinos de corte confinados.

Nos Estados Unidos, a maioria dos animais confinados são da raça Angus, com permanência em alimentação por 180 dias em média, e consomem uma ração de terminação com aproximadamente 1,50 Mcal/kg de matéria seca em termos de energia líquida de ganho (Vasconcelos e Galyean, 2007). Por outro lado, no Brasil cerca de 75% dos animais confinados são da raça Nelore, os quais consomem uma ração de terminação com 1,22 Mcal/kg de matéria seca e por em média 84 dias (Millen et al., 2009).

Segundo Brown e Millen (2009) o período de adaptação não deve representar mais de 20% do tempo total de alimentação, pois os animais poderiam ter o desempenho impactado negativamente. Brown et al. (2006) relataram que, nos Estados Unidos, bovinos confinados adaptados em 14 dias ou menos podem apresentar desempenho prejudicado devido ao impacto negativo deste tempo mais curto sobre a saúde ruminal.

No primeiro estudo realizado no Brasil, Parra et al. (2011) observaram que protocolos de adaptação com duração de 21 e 14 dias não afetaram de forma negativa o desempenho e a saúde ruminal. Entretanto, em relação às características de carcaça, o protocolo com duração de 14 dias foi melhor do que o protocolo com duração de 21 dias, ao se encontrar maior peso de carcaça quente e rendimento de carcaça.

Assim, como continuidade dessa linha de pesquisa, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da duração de protocolos de adaptação às dietas com alta inclusão de concentrados sobre o desempenho, características de carcaça, comportamento ingestivo e variação diária na ingestão de matéria seca de bovinos Nelore terminados em confinamento.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Os animais foram criados de acordo com a Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Botucatu (Protocolo nº 136/2010-CEUA).

### **2.1. Animais e Local Experimental**

Foram utilizados 120 animais machos não castrados da raça Nelore, com peso médio inicial de  $361,3 \pm 30,2$  kg, escore de condição corporal 4,0 (escala de 1,0 a 9,0), com idade aproximada de 24 meses e provenientes de recria em sistema de pastejo contínuo. Os animais vieram de uma única propriedade do sul de Minas e levou 5 horas de transporte para chegar na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP – Universidade Estadual Paulista, campus de Botucatu, no confinamento experimental de bovinos de corte; lugar que foi conduzido o estudo. O período experimental foi de 30/07/2011 a 22/10/2011, totalizando 84 dias de confinamento.

### **2.2 Delineamento Experimental**

O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados em arranjo fatorial  $2 \times 2$ , sendo os fatores: protocolos de adaptação (escadas e restrição) e tempo de durações dos mesmos (9 e 14 dias), constituindo-se, dessa forma, os quatro tratamentos experimentais: T1 – protocolo em escadas com duração de 9 dias (**E9**), T2 – protocolo em escadas com duração de 14 dias (**E14**), T3 – protocolo de restrição com duração de 9 dias (**R9**) e T4 – protocolo de restrição com duração de 14 dias (**R14**). Cada tratamento foi composto por 6 baias (5 animais/baia), as quais foram consideradas como unidades experimentais para este estudo. O peso vivo inicial dos animais foi utilizado como critério no momento da blocagem, os quais foram divididos em 6 blocos.

### **2.3. Manejo, Arraçoamento e Cuidados com os Animais**

A fase pré-experimental (processamento e recebimento) dos animais foi feita por um período de 10 dias, quando foram identificados, vacinados e desverminados. Nesse período, objetivou-se também a uniformização da população de microrganismos

ruminais, adaptação às instalações, ao marcador (óxido de cromo) e ao manejo.

Os animais foram bloqueados e então se iniciou o período experimental. Foram mantidos em baias de piso de concreto com uma lotação de cinco animais por baia (5,4 m<sup>2</sup> por animal e 0,8 m de cocho por animal). A adaptação em escada consistiu no fornecimento de dietas com consumo *ad libitum* e níveis crescentes de concentrados (55, 65 e 75%) de acordo com o tempo de adaptação (9 ou 14 dias) até atingir o nível de concentrados desejado para a dieta de terminação (85%). No protocolo de restrição, utilizou-se a dieta de terminação limitada por quantidade e aumentou-se o oferecimento diário gradativamente até atingir o consumo *ad libitum* em 9 ou 14 dias.

A dieta foi formulada segundo o sistema Large Ruminant Nutrition System (LRNS) 1.0.12, nível 2, cujos níveis estão apresentados na Tabela 1, esperando-se ganhos de peso diários de 1,50 a 1,80 kg/dia/animal. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia (40% da oferta às 8h:00min e 60% às 15h:00min) com água nos bebedouros automáticos. As dietas foram compostas por feno triturado de coast cross (*Cynodon spp.*), bagaço de cana-de-açúcar *in natura*, silagem de grãos úmidos de milho, polpa cítrica, farelo de amendoim, torta de algodão e sal mineral com ureia (Tabela 1). Foi adicionado água nas dietas, com o objetivo de corrigir o teor de matéria seca (MS) para valores entre 60 e 65%. A dieta de terminação com 85% de concentrado, assim como os dias de fornecimento, foram iguais para todos os tratamentos. Seguem os protocolos de adaptação utilizados:

**E9:** animais receberam a dieta 1 (55% de concentrado) por 3 dias, a dieta 2 (65% de concentrado) por 3 dias e a dieta 3 (75% de concentrado) por 3 dias, totalizando 9 dias de adaptação;

**E14:** animais receberam a dieta 1 (55% de concentrado) por 4 dias, a dieta 2 (65% de concentrado) por 5 dias e a dieta 3 (75% de concentrado) por 5 dias, totalizando 14 dias de adaptação;

**R9:** animais receberam apenas a dieta de terminação restrita a 1,76% do peso vivo (PV), aumentando-se 0,32 kg/dia de matéria seca (MS) até atingir o consumo *ad libitum* em um período de 9 dias de adaptação;

**R14:** animais receberam apenas a dieta de terminação restrita a 1,76% do PV, aumentando-se 0,26 kg/dia de MS até atingir o consumo *ad libitum* em um período de 14 dias de adaptação.

A quantidade de Energia Líquida para Ganho (Elg) foi equivalente dentro de cada período (9 ou 14 dias) para os diferentes protocolos de adaptação, ou seja, a Elg oferecida para os animais submetidos ao protocolo E9 foi a mesma para os animais submetidos ao protocolo R9, bem como a Elg oferecida para os animais submetidos ao protocolo E14 foi a mesma para os animais submetidos ao protocolo R14. Os ajustes foram feitos diariamente antes do oferecimento do primeiro trato das dietas experimentais. Objetivou-se sobra de 2 quilogramas nos cochos dos animais do protocolo em escadas. Caso sobrasse menos aumentava-se a quantidade para obter sobra de 2 quilogramas, se sobrasse mais dava-se uma chance antes de diminuir a quantidade e a diminuição não era brusca.

**Tabela 1.** Composição e conteúdo nutricional das dietas experimentais.

<b>Tratamento</b>	<b>E9 ou E14</b>	<b>E9 ou E14</b>	<b>E9 ou E14</b>	<b>R9 ou R14</b>
<b>Dietas</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>Terminação</b>
<b>Proporção de Concentrado (%)</b>	<b>55</b>	<b>65</b>	<b>75</b>	<b>85</b>
<b>Ingredientes (% MS)</b>				
Bagaço <i>in natura</i>	14,89	14,88	14,99	14,64
Feno de <i>Coast cross</i>	29,57	19,64	9,56	0,00
SGUM <sup>1</sup>	23,77	32,00	37,61	43,55
Polpa cítrica	7,28	10,26	14,03	15,33
Farelo de Amendoim	18,42	12,42	9,67	6,56
Torta de algodão	3,02	7,28	10,63	17,44
Núcleo Mineral com Ureia <sup>2</sup>	2,81	3,12	3,19	2,70
<b>Conteúdo Nutricional</b>				
Matéria Seca (MS)	77,0	76,0	75,0	75,0
NDT <sup>3</sup> (%MS)	51,2	57,5	53,8	64,4
Amido (%MS)	15,50	24,08	27,43	32,24
Proteína Bruta (%MS)	15,6	16,6	16,1	14,5
Extrato Etéreo (% MS)	2,2	2,7	2,5	4,3
FDN <sup>4</sup> (%MS)	55,1	48,7	48,6	36,1
FDNfe <sup>5</sup> (%MS)	34,0	27,0	21,0	15,0
ENN <sup>6</sup> (% MS)	20,7	25,3	26,6	37,6
ELg <sup>7</sup> , Mcal/Kg MS	0,92	1,06	1,15	1,22
Matéria Mineral (% MS)	6,51	6,51	6,28	6,03
Ca (%MS)	0,78	0,79	0,83	0,88
P (%MS)	0,37	0,38	0,41	0,46

<sup>1</sup>Silagem de grãos úmidos de milho; <sup>2</sup>Núcleo mineral com Ureia: Ca 16,0%; P 2,4%; Na 5,9%; S 2,8%; Mg 0,5%; Zn 1680 ppm; Mn 1120 ppm; Cu 560 ppm; I 28 ppm; Se 5,6 ppm; Co 8,23 ppm e Vit. A 73920 UI; Monensina 1000 ppm; <sup>3</sup>Nutrientes digestíveis totais; <sup>4</sup>Fibra em detergente neutro; <sup>5</sup>Fibra em detergente neutro fisicamente efetiva; <sup>6</sup>Extrato Não Nitrogenado; <sup>7</sup>Energia Líquida para Ganho (estimado pelo LRNS).

Ao longo do período experimental foram feitas amostragens semanais da dieta para a análise bromatológica: proteína bruta (**PB**), extrato etéreo (**EE**) e matéria mineral (**MM**), expressos na MS, segundo AOAC (1990), e fibra em detergente neutro (**FDN**) segundo Van Soest et al. (1991). A dieta foi submetida a ajustes de quantidade diariamente, com base na quantidade de sobra nos cochos antes da primeira refeição (8h:00min).

#### **2.4 Mensuração da Ingestão de Matéria Seca dos Animais Confinados**

A ingestão de matéria seca (**IMS**) foi medida para cada baia por meio da pesagem do alimento fornecido diariamente. A pesagem da sobra foi efetuada todos os dias antes do trato da manhã, fazendo-se, posteriormente, a média de ingestão por animal. Para maior precisão na coleta de dados, a quantidade oferecida e a sobra de cocho da dieta foram pesadas diariamente em sacos identificados (número da baia) em balança digital com precisão de 50 gramas. A determinação da MS da dieta total foi efetuada todos os dias utilizando micro-ondas para obter-se a ingestão diária em quilos de MS. Os dados de IMS também foram calculados em porcentagem do PV, onde foi obtido através da divisão dos valores da média de ingestão diária em quilos de MS pelo peso médio dos animais e multiplicado por 100.

#### **2.5 Variação Diária na Ingestão de Matéria Seca**

Para avaliar a variação diária na ingestão de matéria seca (**VDIMS**) foi utilizada a metodologia proposta por Bevans et al. (2005). A VDIMS foi calculada pela diferença entre a IMS entre dias consecutivos desde o início dos protocolos de adaptação (E9, E14, R9 e R14) até o final do experimento. Logo após, foram divididas em fases para avaliações, sendo a fase de adaptação, terminação e total.

#### **2.6 Desempenho Produtivo dos Animais**

No início do período experimental e a cada 28 dias (até 84 dias de experimento), os animais foram pesados, sem jejum, sendo descontados 4% do peso observado para, assim, se obter o PV enxuto. Dessa forma, para a mensuração inicial e final, os animais foram pesados por dois dias consecutivos e os pesos inicial e final foram obtidos pela média dos dias de pesagens. Antes da primeira e da última pesagens, os animais foram restritos por 3 dias a consumo equivalente a 2 % do PV para se eximir problemas de diferentes pesos de conteúdo gastrointestinal. A restrição foi feita nos dias 1, 2 e 3, e as duas pesagens consecutivas foram feitas nos dias 3 e 4, ambas realizadas antes da primeira refeição da manhã.

Nas pesagens intermediárias, no entanto, os animais não passaram por restrição prévia e foram pesados, sendo que do peso observado foram descontados 4% para, assim, se obter o PV enxuto. Dessa forma, foi calculado, ao final do experimento, o ganho de peso diário (**GPD**) dos animais, utilizando-se esses dados que foram obtidos nas pesagens inicial e final (Baker e Guilbert, 1942; Stock et al., 1995).

Aliado a isso, foi calculada a conversão alimentar (**CA**), obtida pela divisão da IMS total pelo ganho de PV total durante o experimento. A eficiência alimentar (**EA**) foi calculada pela divisão do ganho de PV total pela IMS total durante o período experimental. As pesagens intermediárias serviram para monitorar o ganho diário de peso vivo e para ajustar as percentagens dos ingredientes da dieta, quando necessário.

Os animais foram abatidos em frigorífico comercial quando alcançaram o peso de abate de  $506 \pm 36,4$  kg atendendo as exigências do frigorífico comercial.

## **2.7 Características de Carcaça**

O rendimento de carcaça (**RC**) foi calculado a partir do peso da carcaça quente (**PQC**) dividido pelo peso vivo final (**PVF**) do animal. A porcentagem de gordura visceral na carcaça foi calculada pela quantidade (kg) de gordura visceral dividida pelo PCQ.

## **2.8 Avaliação do Custo de Ganho de Peso**

A avaliação do custo de ganho de peso foi com base em quanto custou ao animal para ganhar um quilo de peso vivo em relação aos tipos de protocolos de adaptação utilizados neste experimento: E9, E14, R9 e R14. Ressalta-se que os animais foram alimentados com a mesma dieta na terminação, diferentes apenas no tocante ao protocolo de adaptação adotado com os tratamentos descritos. O custo do ganho foi calculado conforme a seguinte fórmula:

$$\text{Custo do Ganho (R\$)} = \frac{\text{Ingestão de MS (kg)} \times \text{Custo/kg de MS da Dieta (R\$)}}{\text{Ganho de Peso Vivo Diário (kg)}}$$

## **2.9 Avaliação do Comportamento Ingestivo**

A análise do comportamento ingestivo foi realizada por meio do sistema de monitoramento por câmeras de vídeo composto por computador Desktop com 8 Tb de HD, 2 Gb de memória RAM, duas placas de Vídeo Geovision 800 e 24 câmeras Tec Voz Day and Night. Foi utilizada uma câmera por baía, totalizando 24 câmeras. Durante o período de adaptação, foram realizadas quatro filmagens (gravação de vídeos) referentes aos dias 3, 6, 9 e 14 do período experimental.

Os animais foram submetidos à gravação das atividades durante período de 24 horas (começando às 8h:00min do dia da gravação e terminando às 8h:00min do próximo dia) para posterior avaliação do comportamento ingestivo: determinação do tempo de alimentação, ruminação e ócio, conforme metodologia citada por Johnson e Combs (1991), números de visitas ao cocho de ração e bebedouro. Durante todo o período de confinamento à noite, o ambiente foi mantido sob iluminação artificial e monitorado constantemente para garantir correto funcionamento do sistema de gravação.

As imagens foram gravadas para posterior avaliação, para as quais cinco pessoas foram treinadas a fim de que fosse feita fiel avaliação e registro do comportamento dos animais. Para tanto, cada pessoa se concentrava na observação de um único animal.

Para a coleta de dados do comportamento ingestivo, foram tomadas algumas decisões pertinentes à cada variável. Abaixo seguem as decisões:

- **Tempo de alimentação (TAL):** foi considerado como atividade de ingestão o momento em que o animal colocava a boca no cocho e continuava durante o tempo mínimo de 30 segundos, para, então, começar a computar o tempo. Essa metodologia foi adotada devido a uma revisão de estudos nos quais se utilizavam sistema eletrônico de alimentação (Kelly et al., 2010). Foi expresso em minutos;

- **Tempo de ruminação (TR):** foi considerada a atividade de ruminação em ambas as posições, deitada e em pé, sendo contabilizada de acordo com o tempo inicial e final do movimento de mastigação que o animal realizou. Foi expresso em minutos;

- **Tempo em ócio (TO):** como foi calculado o TAL e TR, foi realizada a soma desses dois valores e após subtração do total do período de 1440 minutos (referentes ao período de 24 horas de observação) obteve-se o tempo em ócio. Foi expresso em minutos;

- **Idas ao cocho de ração (IC):** foi considerada como visita ao cocho de comida a ida do animal ao cocho e a inserção da boca na comida, sendo esse movimento contabilizado durante o tempo despendido em ingestão bem como em visitas ao cocho de comida sem acarretar em ingestão de alimento;

- **Idas ao bebedouro (IB):** devido à incapacidade de quantificar a quantidade de água consumida por não se ter um hidrômetro nas baia, foi considerado apenas a ida ao cocho de água, sendo esta contabilizada apenas quando o animal dirigia-se ao bebedouro e colocava a boca no bebedouro, computando, desse modo, o número de visitas;

- **Tempo de mastigação total (TMT):** foram utilizados o TAL mais o TR que o

animal apresentou no dia da observação. Foi expresso em minutos;

- **Tempo de alimentação por refeição (TALREF):** foi utilizado o TAL que o animal apresentou no dia da observação dividido pelo número de refeições no dia da observação. Foi expresso em minutos;

- **Ingestão de matéria seca por refeição (IMSREF):** foi utilizada a ingestão de MS que o animal apresentou no dia da observação dividida pelo número de refeições no dia da observação. Foi expresso em quilos;

- **Eficiência de alimentação da matéria seca (EALMS):** foi utilizado o TAL que o animal apresentou no dia de observação dividido pela IMS em quilos da ração desse dia. Foi expresso em minutos por quilos de MS;

- **Eficiência de ruminação da matéria seca (ERUMS):** foi utilizado o TR que o animal apresentou no dia de observação dividido pela IMS em quilos da ração desse dia. Foi expresso em minutos por quilos de MS.

## **2.10 Avaliação da Seleção de Ingredientes - Penn State Particle Separator (PSPS)**

No dia da observação, amostras da dieta total e das sobras das 24 baias foram coletadas para analisar a distribuição do tamanho das partículas usando-se o PSPS (Nasco, Fort Atkinson, WI, EUA), como descrito por Heinrichs (1996), para, então, se determinar a extensão da seleção, a qual foi expressa como um índice de seleção. O PSPS é equipado com três caixas, contendo, ao fundo de cada uma, peneiras de diferentes diâmetros (19,0; 8,0; e 1,18 mm), dispostas umas sob as outras do maior para o menor diâmetro, e uma última caixa com fundo sólido, totalizando quatro caixas.

Aproximadamente 200 g de amostra foram colocadas sobre a primeira caixa (19 mm de diâmetro), e, então, a PSPS foi agitada conforme descrito por Heinrichs (1996). As frações da matéria natural das amostras retidas em cada peneira e na caixa sólida foram, então, pesadas para se determinar a distribuição do tamanho de partículas.

O índice de seleção foi calculado como a ingestão atual / ingestão esperada para cada porção retida nas peneiras individuais. A ingestão esperada foi calculada como a distribuição do tamanho de partícula da dieta total (base na matéria natural)  $\times$  a ingestão atual de matéria natural. A ingestão atual foi calculada como a quantidade de ração oferecida  $\times$  a distribuição do tamanho de partículas da dieta total – a quantidade de sobras  $\times$  a distribuição do tamanho de partículas das sobras (%). O índice de seleção de 1, menor que 1 e maior que 1 indicaram: ausência de seleção, seleção contra e seleção a favor

daquele tamanho de partícula presente em uma ou outra caixa, respectivamente (Leonardi e Armentano, 2003). Cada caixa contou com um índice de seleção e foi considerada uma variável dependente na análise estatística.

Conforme a Tabela 2, foram passados na PSPS todos ingredientes individualmente utilizados no experimento para ter um padrão da quantidade retida em cada peneira.

**Tabela 2.** Distribuição em porcentagem dos ingredientes utilizados nas peneiras da PSPS.

<b>Ingredientes (%)</b>	<b>Peneira 1</b>	<b>Peneira 2</b>	<b>Peneira 3</b>	<b>Bandeja</b>
<b>Feno</b>	88,25	8,21	2,69	0,32
<b>Bagaço</b>	6,90	35,32	44,00	11,64
<b>Milho Úmido</b>	0,16	36,53	59,65	3,00
<b>Polpa Cítrica</b>	0,00	96,30	3,69	0,32
<b>Torta de Algodão</b>	0,34	71,08	20,66	8,08
<b>Farelo de Amendoim</b>	0,14	4,10	67,50	28,32
<b>Sal com Ureia</b>	0,00	0,13	40,50	59,40

### 3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Antes de se procederem as análises, os dados foram submetidos a testes de normalidade e de homogeneidade de variâncias. Os dados foram avaliados por análise de variância utilizando-se o PROC MIXED procedure do SAS (2003). O modelo estatístico incluiu baía, bloco, protocolo, duração e dias como variável fixa e bloco como variável aleatória. No caso de interações, foi utilizado o teste de Tukey para comparação entre médias. Foram considerados significativos valores de  $P < 0,05$ . Variáveis com valores de  $P$  entre 0,06 e 0,10 foram relatadas e discutidas devido à importância para os resultados desse trabalho.

Os dados referentes às variáveis de desempenho, características de carcaça e variação diária na ingestão de matéria seca foram analisados de acordo com o modelo 1 abaixo:

$$Y_{ijk} = \mu + PA_i + DR_j + PA*DR_{ij} + e_{ijk};$$

em que:  $Y_{ijk}$  = observação relativa à  $i$ -ésima unidade experimental (baía), no  $i$ -ésimo protocolo de adaptação (**PA**), com  $j$ -ésima duração (**DR**);  $\mu$  = média geral;  $PA_i$  = efeito do  $i$ -ésimo PA, sendo  $i = 1$ : escada e  $2$ : restrição;  $DR_j$  = efeito da  $j$ -ésima duração dos protocolos de adaptação, sendo  $j = 1$ : 9 dias e  $2$ : 14 dias;  $PA*DR_{ij}$  = efeito da interação entre o  $i$ -ésimo PA e a  $j$ -ésima DR;  $e_{ijk}$  = erro experimental “b” associado à observação  $Y_{ijk}$  ( $0; \sigma^2_e$ ).

Os dados referentes ao comportamento ingestivo e seletividade dos ingredientes os quais contaram com medidas repetidas no tempo, foram analisados de acordo com o modelo 2 abaixo:

$$Y_{ijkl} = \mu + PA_i + DR_j + PA*DR_{ij} + \delta_{ijl} + F_k + F*PA_{ik} + F*DR_{jk} + F*PA*DR_{ijk} + e_{ijkl};$$

em que:  $Y_{ijkl}$  = observação relativa à l-ésima unidade experimental (baia), no i-ésimo protocolo de adaptação (**PA**), com j-ésima duração (**DR**) e na k-ésima fase de mensuração (**F**);  $\mu$  = média geral;  $PA_i$  = efeito do i-ésimo PA, sendo  $i = 1$ : escada e 2: restrição;  $DR_j$  = efeito da j-ésima duração dos protocolos de adaptação, sendo  $j = 1$ : 9 dias e 2: 14 dias;  $PA*DR_{ij}$  = efeito da interação entre o i-ésimo PA e a j-ésima DR;  $\delta_{ijl}$  é o erro experimental “a” associado à observação  $Y_{ijl}$  ( $0; \sigma^2_\delta$ );  $F_k$  = efeito da k-ésima fase de mensuração, sendo que para comportamento ingestivo e seletividade dos ingredientes,  $k = 1$ : 1ª Mensuração (3º Dia), 2: 2ª Mensuração (6º Dia), 3: 3ª Mensuração (9º Dia), 4: 4ª Mensuração (14º Dia);  $F*PA_{ik}$  = efeito da interação entre o i-ésimo PA e a k-ésima fase de mensuração;  $F*DR_{jk}$  = efeito da interação entre o j-ésima DR e a k-ésima fase de mensuração;  $F*PA*DR_{ijk}$  = efeito da interação entre o i-ésimo PA, a j-ésima DR e a k-ésima fase de mensuração;  $e_{ijkl}$  = erro experimental “b” associado à observação  $Y_{ijkl}$  ( $0; \sigma^2_e$ ).

As variáveis respostas analisadas pelo modelo 2 foram submetidas a testes com diferentes estruturas de covariância: AR(1), ARH(1), ANTE(1), CS, CSH, TOEP, TOEPH, HF, UN e UNR. A estrutura que rendeu o menor valor de AIC (*Akaike Bayesian Criterion*) para cada variável resposta foi escolhida para análise por acomodar melhor os dados.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Desempenho

Os dados referentes ao desempenho de bovinos Nelore confinados submetidos a duração de protocolos de adaptação às dietas com alta inclusão de concentrados encontram-se na Tabela 3.

**Tabela 3.** Desempenho de bovinos Nelore submetidos a duração de protocolos de adaptação às dietas com alta inclusão de concentrados.

Item	Protocolo (PRO)			Duração (DUR)			Probabilidades (Valores de P <)	
	Restrição	Escadas	9 dias	14 dias	EPM <sup>c</sup>	PRO	DUR	
<b>Peso Vivo Inicial, kg</b>	360,95	361,65	361,58	361,02	12,02	0,60	0,67	
<b>Peso Vivo Final, kg</b>								
0-28 dias	403,04	405,13	404,62	403,55	11,74	0,64	0,81	
0-56 dias	462,82	462,93	465,28	460,47	13,16	0,99	0,45	
0-84 dias	506,74	504,94	507,61	504,07	14,01	0,80	0,62	
<b>Ganho de Peso Diário, kg</b>								
0-28 dias	1,558	1,610	1,594	1,574	0,103	0,72	0,89	
0-56 dias	1,819	1,808	1,851	1,775	0,069	0,92	0,44	
0-84 dias	1,735	1,705	1,738	1,702	0,053	0,69	0,64	
<b>Ingestão de matéria seca, kg</b>								
0-28 dias	9,01 <sup>b</sup>	9,67 <sup>a</sup>	9,41	9,27	0,26	0,01	0,56	
0-56 dias	10,18 <sup>b</sup>	10,66 <sup>a</sup>	10,48	10,35	0,34	0,10	0,64	
0-84 dias	10,53	10,82	10,71	10,63	0,33	0,30	0,77	
<b>Ingestão de matéria seca, % PV</b>								
0-28 dias	2,36 <sup>b</sup>	2,52 <sup>a</sup>	2,45	2,43	0,04	0,01	0,56	
0-56 dias	2,47 <sup>b</sup>	2,58 <sup>a</sup>	2,53	2,52	0,05	0,03	0,86	
0-84 dias	2,42	2,49	2,46	2,46	0,04	0,12	1,00	
<b>Conversão Alimentar</b>								
0-28 dias	5,92	6,34	6,06	6,20	0,33	0,41	0,78	
0-56 dias	5,61 <sup>b</sup>	5,97 <sup>a</sup>	5,69	5,90	0,18	0,06	0,26	
0-84 dias	6,08 <sup>b</sup>	6,38 <sup>a</sup>	6,17	6,30	0,15	0,04	0,37	
<b>Eficiência Alimentar</b>								
0-28 dias	0,172	0,165	0,169	0,169	0,010	0,57	0,96	
0-56 dias	0,179 <sup>a</sup>	0,169 <sup>b</sup>	0,177	0,171	0,005	0,06	0,29	
0-84 dias	0,165 <sup>a</sup>	0,157 <sup>b</sup>	0,162	0,159	0,004	0,04	0,45	
<b>Custo/kg de peso vivo, R\$</b>								
0-28 dias	3,50	3,75	3,58	3,67	0,19	0,40	0,76	
0-56 dias	3,32 <sup>b</sup>	3,53 <sup>a</sup>	3,36	3,48	0,11	0,06	0,26	
0-84 dias	3,59 <sup>b</sup>	3,77 <sup>a</sup>	3,64	3,72	0,09	0,04	0,37	
<b>Eficiência Biológica, matéria seca /@</b>								
0-28 dias	177,85	190,26	181,93	186,19	10,01	0,36	0,75	
0-56 dias	185,14	174,58	175,55	184,18	8,43	0,38	0,47	
0-84 dias	131,77	128,34	128,82	131,29	7,81	0,66	0,75	
<b>Cocho limpo, %<sup>c</sup></b>	14,25	92,3	42,36	42,24	-	-	-	

<sup>a,b</sup> Médias na mesma linha com diferentes sobrescritos diferem (P<0,05). <sup>c</sup> % de cochos cujo alimento não estão presente durante a adaptação às 7h:00min. <sup>d</sup> Erro padrão médio.

Para o peso vivo inicial (**PVI**), PVF, GPD e eficiência biológica não foi observado efeito principal ( $P>0,05$ ) de protocolo de adaptação e nem de duração dos mesmos (Tabela 3). No entanto, foi observado que os animais do protocolo de restrição tiveram menor ingestão de matéria seca em quilos (**IMSKG**) no período de 0 a 28 dias ( $P=0,01$ ) e 0 a 56 dias ( $P=0,10$ ) se comparados aos animais do protocolo em escadas (9,01 vs. 9,67; 10,18 vs. 10,66). O mesmo foi observado para a IMS em porcentagem de peso vivo (**IMSPV**), com menor ingestão para os animais do protocolo de restrição no período de 0 a 28 dias ( $P=0,01$ ) e 0 a 56 dias ( $P=0,03$ ) em comparação aos animais do protocolo em escadas (2,36 vs. 2,52; 2,47 vs. 2,58) (Tabela 3).

Em relação a CA, EA e custo para ganhar um quilo de peso vivo (**CKPV**), os animais do protocolo de restrição tiveram melhores valores no período de 0 a 56 dias ( $P=0,06$ ) e 0 a 84 dias ( $P=0,04$ ) em relação aos animais do protocolo em escadas (0 a 56 dias: 5,61 vs. 5,97; 0,179 vs. 0,169; 3,32 vs. 3,53 - 0 a 84 dias: 6,08 vs. 6,38; 0,165 vs. 0,157; 3,59 vs. 3,77) (Tabela 3).

#### 4.2. Característica de carcaça

Os dados referentes às características de carcaça de bovinos Nelore confinados submetidos a duração de protocolos de adaptação às dietas com alta inclusão de concentrados encontram-se na Tabela 4.

**Tabela 4.** Características de carcaça de bovinos Nelore confinados submetidos a duração de protocolos de adaptação às dietas com alta inclusão de concentrados.

Item <sup>a</sup>	Protocolo (PRO)		Duração (DUR)		EPM <sup>b</sup>	Probabilidades (Valores de P <)	
	Restrição	Escadas	9 dias	14 dias		PRO	DUR
<b>PVF, kg</b>	506,74	504,94	507,61	504,07	14,01	0,80	0,62
<b>PCQ, kg</b>	283,30	289,25	287,93	284,61	4,59	0,23	0,50
<b>RC, %</b>	56,10	57,63	57,02	56,71	1,21	0,28	0,83
<b>GV, kg</b>	5,00	4,97	4,90	5,08	0,18	0,90	0,48
<b>GV, %</b>	1,78	1,73	1,71	1,79	0,06	0,58	0,34

<sup>a</sup> PVF = peso vivo final; PCQ = peso de carcaça quente; RC = rendimento de carcaça; GV = gordura visceral.

<sup>b</sup> Erro padrão médio.

Não foi encontrada interação ( $P>0,05$ ) entre protocolo de adaptação e duração dos protocolos para os dados de características de carcaça analisados (Tabela 4).

Também não foi observado efeito principal ( $P>0,05$ ) de protocolo de adaptação e nem de duração dos mesmos para as variáveis de características de carcaça (Tabela 4).

### 4.3. Variação diária na ingestão de matéria seca em quilogramas

Os dados referentes a variação diária na ingestão de matéria seca (VDIMS) em quilogramas de bovinos Nelore confinados submetidos a duração de protocolos adaptação às dietas com alta inclusão de concentrados encontram-se na Tabela 5.

**Tabela 5.** Variação diária na ingestão de matéria seca em quilogramas de bovinos Nelore confinados submetidos a duração de protocolos de adaptação às dietas com alta inclusão de concentrados.

Item <sup>c</sup>	Protocolo (PRO)		Duração (DUR)		EPM <sup>d</sup>	Probabilidades (Valores de P <)	
	Restrição	Escada	9 dias	14 dias		PRO	DUR
<b>VDIMS</b>							
Adap	0,438 <sup>b</sup>	0,524 <sup>a</sup>	0,490	0,417	0,035	0,0056	0,48
Term	0,452	0,447	0,440	0,458	0,025	0,87	0,60
Total	0,450	0,456	0,446	0,460	0,025	0,84	0,63

<sup>a,b</sup> Médias na mesma linha com diferentes sobrescritos diferem ( $P < 0,05$ ).

<sup>c</sup>VDIMS = variação diária na ingestão de matéria seca; Adap = adaptação; Term = terminação.

<sup>d</sup> Erro padrão médio.

Em relação à VDIMS em quilogramas, foi observado ( $P=0,0056$ ) efeito principal de protocolo na fase de adaptação, no qual animais adaptados pelo protocolo em escadas apresentaram maior VDIMS do que os animais do protocolo de restrição (0,524 vs. 0,438) (Tabela 5).

### 4.3. Comportamento ingestivo e seletividade dos ingredientes da dieta

Os dados referentes ao comportamento ingestivo e seletividade dos ingredientes da dieta de bovinos Nelore confinados submetidos a duração de protocolos de adaptação às dietas com alta inclusão de concentrados encontram-se na Tabela 6.

**Tabela 6.** Comportamento ingestivo e seletividade dos ingredientes da dieta de bovinos Nelore confinados submetidos a duração de protocolos de adaptação às dietas com alta inclusão de concentrados.

Item	Protocolo (PRO)		Duração (DUR)		Dias de mensuração (DIAS)				Probabilidades (Valores de P <)				
	Restrição	Escadas	9 dias	14 dias	3	6	9	14	EPM <sup>d</sup>	PRO	DUR	DIAS	INT <sup>e</sup>
<b><u>Comportamento Ingestivo<sup>c</sup></u></b>													
TAL, min/dia	176,70	247,57	208,03	216,24	244,84	168,17	205,54	229,98	6,81	<.0001	0,24	<.0001	y, v
TR, min/dia	304,00 <sup>b</sup>	398,59 <sup>a</sup>	349,25	353,34	391,27 <sup>a</sup>	354,97 <sup>b</sup>	322,98 <sup>c</sup>	335,96 <sup>bc</sup>	7,57	<.0001	0,69	<.0001	NS
TMT, min/dia	480,68	646,16	557,28	596,56	636,07	523,14	528,53	565,94	12,30	<.0001	0,36	<.0001	y, v
TO, min/dia	959,32	793,84	882,72	870,44	803,93	916,86	911,47	874,06	12,30	<.0001	0,36	<.0001	y, v
IC, n	32,77	34,37	33,83	33,30	37,22 <sup>a</sup>	32,65 <sup>b</sup>	31,86 <sup>b</sup>	32,53 <sup>b</sup>	1,35	0,42	0,79	0,03	NS
IB, n	7,40 <sup>b</sup>	8,32 <sup>a</sup>	7,99	7,73	7,22 <sup>c</sup>	6,23 <sup>d</sup>	9,63 <sup>a</sup>	8,37 <sup>b</sup>	0,36	0,03	0,50	<.0001	NS
IMS, kg/dia	7,52	8,57	8,29	7,81	6,77	7,51	8,62	9,30	0,20	<.0001	0,003	<.0001	y
TALREF, min	5,47 <sup>b</sup>	7,41 <sup>a</sup>	6,26	6,63	6,58	6,31	6,57	7,31	0,24	<.0001	0,30	0,32	NS
IMSREF, kg	0,239	0,264	0,258	0,245	0,189 <sup>c</sup>	0,239 <sup>b</sup>	0,270 <sup>a</sup>	0,257 <sup>a</sup>	0,011	0,13	0,42	<.0001	NS
EALMS, min/kg/MS	23,90	29,57	25,54	27,93	35,93	22,26	23,80	24,94	1,02	<.0001	0,01	<.0001	y, v
ERUMS, min/kg/MS	41,93 <sup>b</sup>	47,76 <sup>a</sup>	43,39	46,29	57,98 <sup>a</sup>	47,32 <sup>b</sup>	37,51 <sup>c</sup>	36,56 <sup>c</sup>	1,49	0,0006	0,10	<.0001	NS
<b><u>Índice de seleção</u></b>													
Peneira 1 (19 mm)	0,9995	0,9978	1,0030	0,9944	1,0006	1,0006	0,9944	0,9991	0,002	0,55	0,005	0,31	x
Peneira 2 (8 mm)	1,0038	1,0062	1,0064	1,0036	1,0020	1,0004	1,0034	1,0141	0,002	0,37	0,30	0,12	NS
Peneira 3 (1,18 mm)	0,9996	1,0014	0,9991	1,0019	1,0005	1,0000	0,9994	1,0022	0,001	0,16	0,15	0,22	NS
Bandeja	0,9897	0,9903	0,9856	0,9943	0,9959 <sup>a</sup>	0,9986 <sup>a</sup>	0,9981 <sup>a</sup>	0,9673 <sup>b</sup>	0,005	0,93	0,24	0,0008	NS

<sup>a,b</sup> Médias na mesma linha com diferentes sobrescritos diferem (P<0,05).

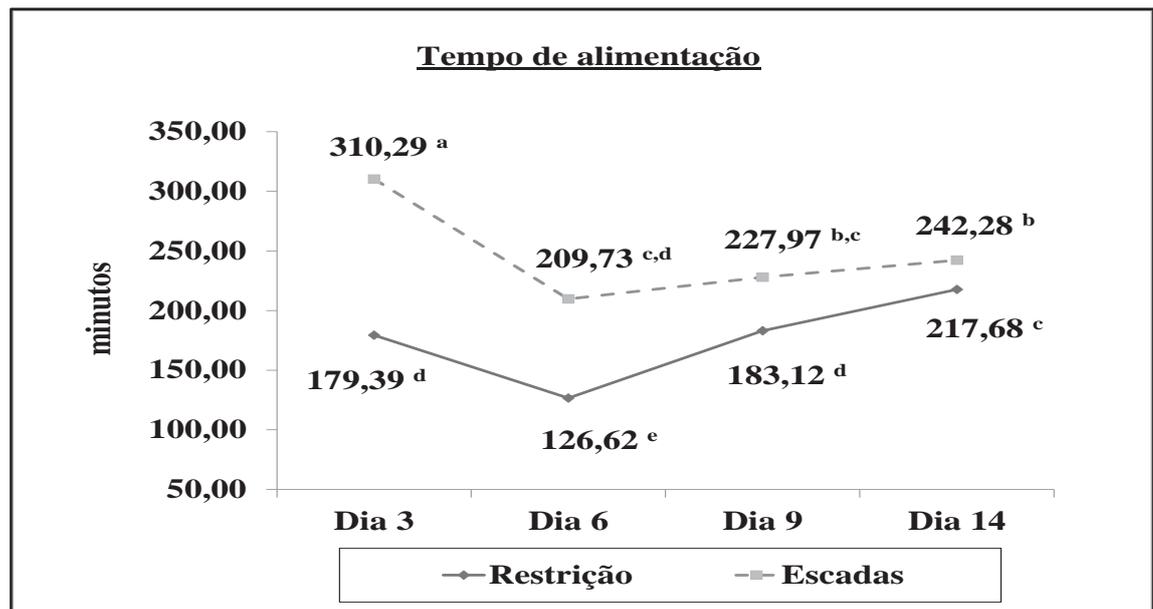
<sup>c</sup>TAL = tempo de alimentação; TR = tempo de ruminação; TMT= tempo de mastigação total; TO = tempo em ócio; IC = idas ao cocho; IB = idas ao bebedouro; IMS = ingestão de matéria seca; TALREF = TAL por refeição; IMSREF = ingestão de MS por refeição; EALMS = eficiência de alimentação da MS; ERUMS = eficiência de ruminação da MS.

<sup>d</sup> Erro padrão médio.

<sup>e</sup> Interações: NS = Não significativo (P>0,05); x = Interação entre protocolo e duração; y = Interação entre protocolos e dias; v = Interação entre duração e dias. Os dados referentes às interações são mostrados nas figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10.

Observou-se interação ( $P < .0001$ ) entre protocolo de adaptação e dias para o TAL, TMT, TO, IMS e EALMS (Tabela 6).

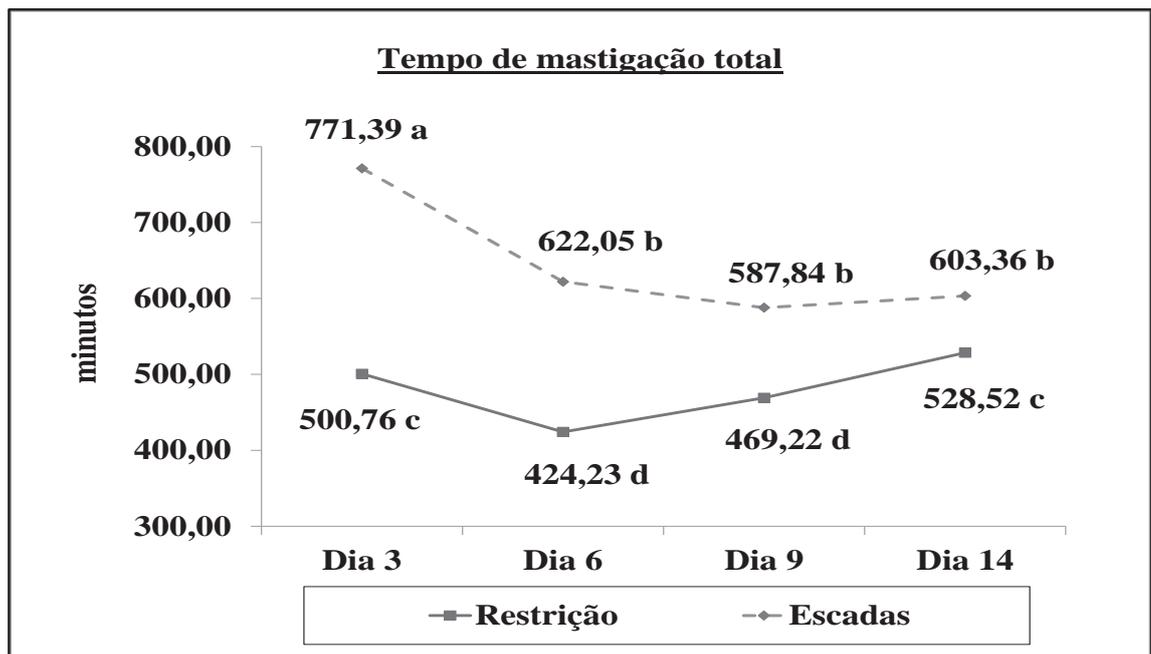
Para o TAL (Figura 1), animais do protocolo de restrição apresentaram maior ( $P < 0,05$ ) valor no dia 14 (217,68) em comparação com os dias 3, 6 e 9 (179,39; 126,62 e 183,12; respectivamente). Nos dias 3 e 9, os valores de TAL (179,39 e 183,12) não foram diferentes ( $P > 0,05$ ) entre eles, mas foram diferentes ( $P < 0,05$ ) do dia 6 (126,62). Em relação aos animais do protocolo em escadas, o valor de TAL do dia 3 (310,29) foi maior ( $P < 0,05$ ) em comparação aos dias 6, 9 e 14 (209,73; 227,97 e 242,28; respectivamente). Já os valores de TAL dos dias 9 e 14 (227,97 e 242,28) não foram diferentes ( $P > 0,05$ ) entre eles, porém, o valor do dia 14 foi maior ( $P = 0,04$ ) em relação ao dia 6 (242,28 e 209,73). Para os protocolos de adaptação, dentro de cada dia (3, 6, 9 e 14) foi encontrada, ainda, diferença ( $P < 0,05$ ) nos valores de TAL, nos quais os animais do protocolo em escadas apresentaram maior valor em comparação aos animais do protocolo de restrição.



**Figura 1.** Interação entre protocolo de adaptação (restrição e escadas) e dias (3, 6, 9 e 14) para tempo de alimentação. Médias com sobrescritos diferentes diferem ( $P < 0,05$ ).

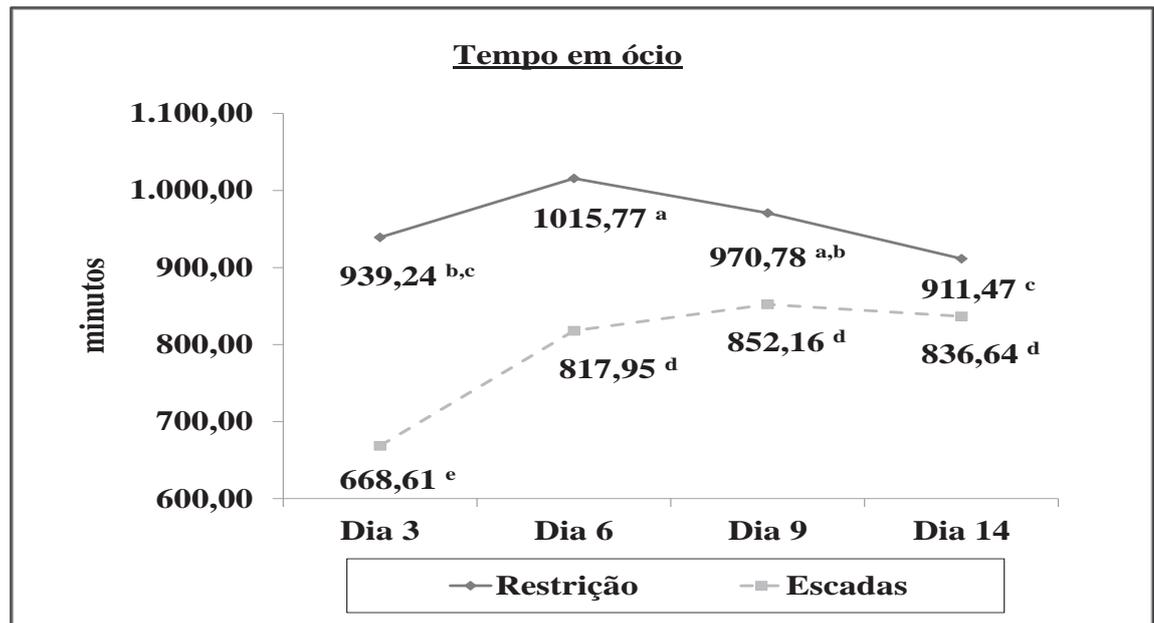
No TMT (Figura 2), animais do protocolo de restrição apresentaram maiores ( $P < 0,05$ ) valores nos dias 3 e 14 (500,76 e 528,52) em comparação com os dias 6 e 9 (424,23 e 469,22). Para os dias 6 e 9 (424,23 e 469,22); 3 e 14 (500,76 e 528,52) os valores de TMT não foram diferentes ( $P > 0,05$ ) entre eles. Já os animais do protocolo em escadas, apresentaram maiores ( $P < 0,05$ ) valores de TMT no dia 3 (771,39) em relação

com os dias 6, 9 e 14 (622,05; 587,84 e 603,36; respectivamente). Entretanto, os valores de TMT dos dias 6, 9 e 14 (622,05; 587,84 e 603,36; respectivamente) não foram diferentes ( $P>0,05$ ) entre eles. Para os protocolos de adaptação, dentro de cada dia (3, 6, 9 e 14), encontrou-se diferença ( $P<0,05$ ) nos valores de TMT em todos os dias, sendo que os animais do protocolo em escadas apresentaram maiores valores em comparação aos animais do protocolo de restrição.



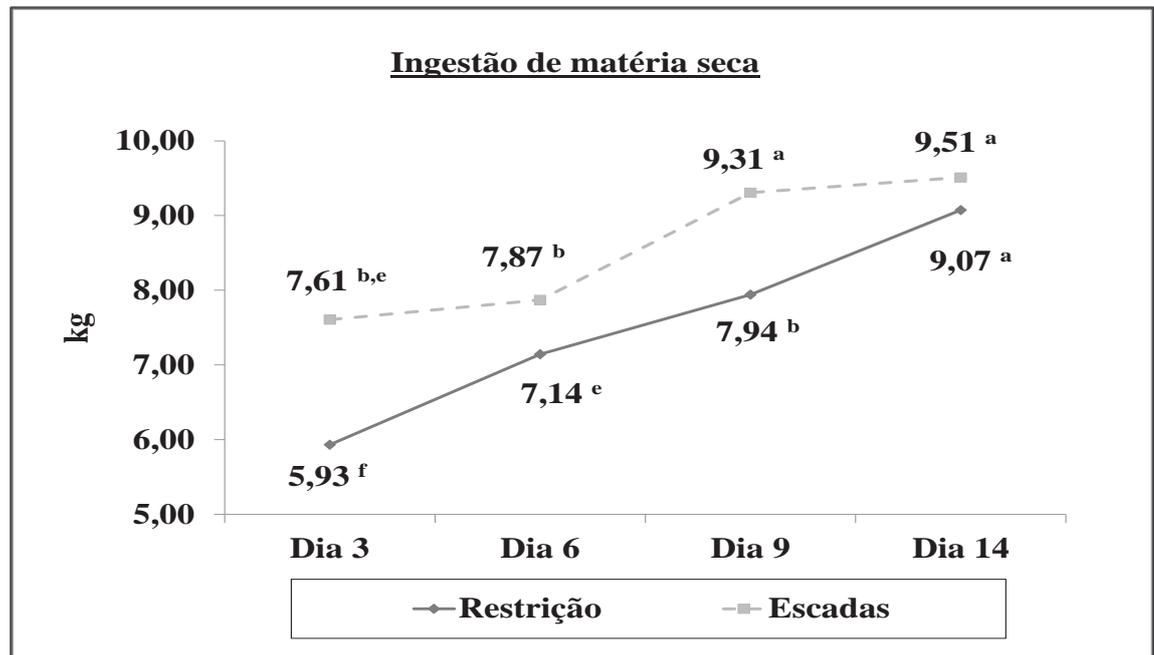
**Figura 2.** Interação entre protocolo de adaptação (restrição e escadas) e dias (3, 6, 9 e 14) para tempo de mastigação total. Médias com sobrescritos diferentes diferem ( $P<0,05$ ).

Em relação ao TO (Figura 3), animais do protocolo de restrição apresentaram maiores ( $P<0,05$ ) valores nos dias 6 e 9 (1015,77 e 970,78) em comparação com o dia 14 (911,47); e o dia 6 (1015,77) apresentou maior ( $P<.0001$ ) valor de TO em relação ao dia 3 (939,24). Já os animais do protocolo em escadas apresentaram maiores ( $P<0,05$ ) valores de TO nos dias 6, 9 e 14 (817,95; 852,16 e 836,64; respectivamente) em relação com o dia 3 (668,61). Entretanto, os valores de TO dos dias 6, 9 e 14 (817,95; 852,16 e 836,64; respectivamente) não foram diferentes ( $P>0,05$ ) entre eles. Para os protocolos de adaptação, dentro de cada dia (3, 6, 9 e 14), foi encontrada diferença ( $P<0,05$ ) nos valores de TO em todos os dias, sendo que os animais do protocolo de restrição apresentaram maiores valores em comparação aos animais do protocolo em escadas.



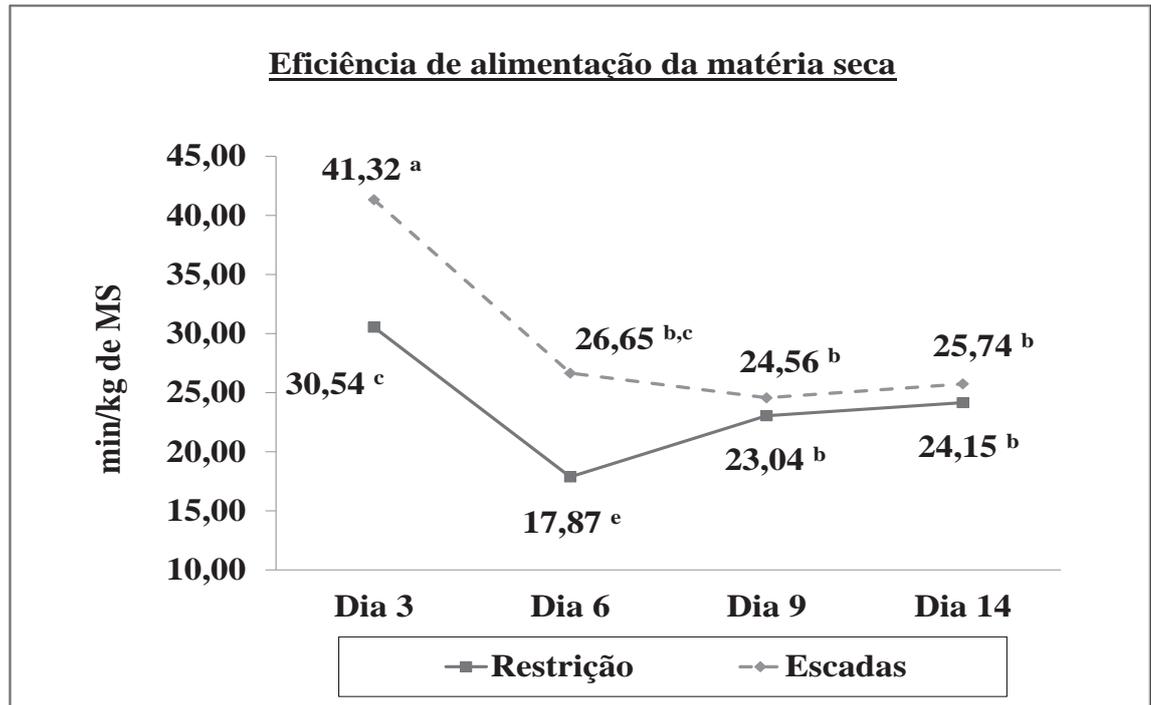
**Figura 3.** Interação entre protocolo de adaptação (restrição e escadas) e dias (3, 6, 9 e 14) para tempo em ócio. Médias com sobrescritos diferentes diferem ( $P < 0,05$ ).

Para a IMS (Figura 4), animais do protocolo de restrição apresentaram maiores ( $P < 0,05$ ) valores no dia 14 (9,07) em relação aos dias 3, 6 e 9 (5,93; 7,14 e 7,94; respectivamente). Ainda, o dia 9 (7,94) apresentou maior ( $P < 0,05$ ) valor em relação aos dias 3 e 6 (5,93 e 7,14); e o dia 6 (7,14) apresentou maior ( $P < .0001$ ) valor em relação ao dia 3 (5,93). Já os animais do protocolo em escadas apresentaram maiores ( $P < 0,05$ ) valores de IMS nos dias 9 e 14 (9,31 e 9,51) em relação aos dias 3 e 6 (7,61 e 7,87; respectivamente); e do dia 9 (9,31) em relação aos dias 3 e 6 (7,61 e 7,87). Entretanto, os valores de IMS dos dias 3 e 6 (7,61 e 7,87) não foram diferentes ( $P > 0,05$ ) entre eles. Para os protocolos de adaptação, dentro de cada dia (3, 6, 9 e 14), foi encontrada diferença ( $P < 0,05$ ) nos valores de IMS para os dias 3, 6 e 9; em que os animais do protocolo em escadas apresentaram maiores valores em comparação aos animais do protocolo de restrição.



**Figura 4.** Interação entre protocolo de adaptação (restrição e escadas) e dias (3, 6, 9 e 14) para ingestão de matéria seca. Médias com sobrescritos diferentes diferem ( $P < 0,05$ ).

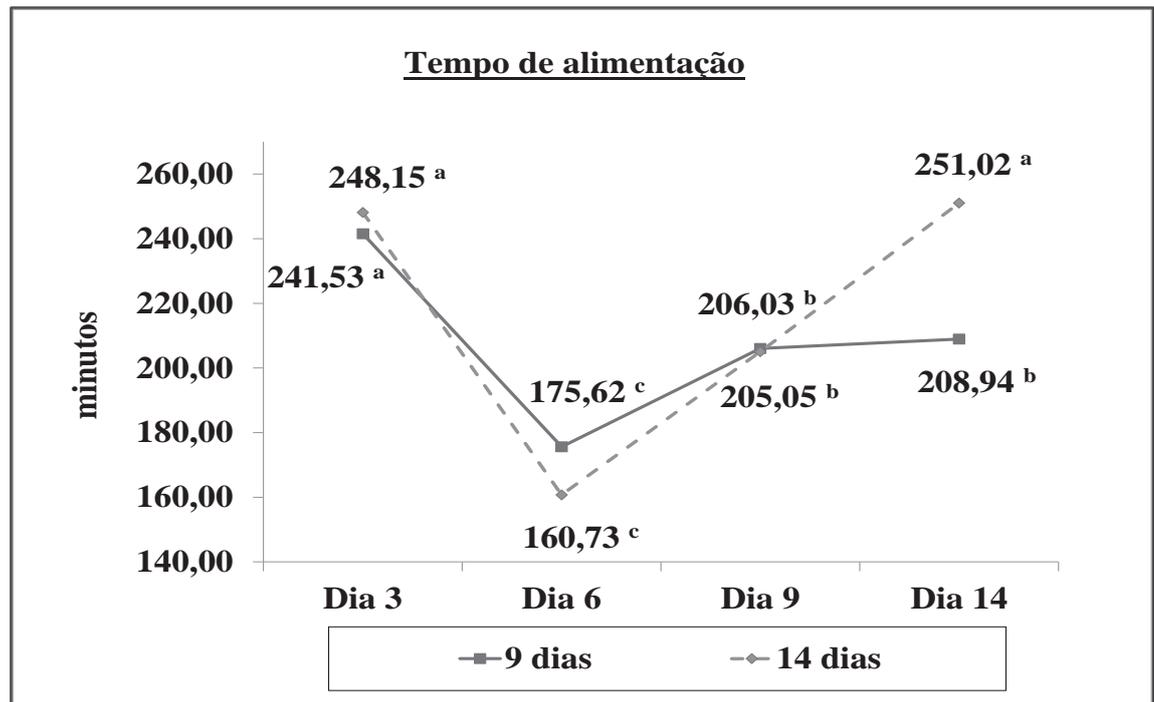
Na EALMS (Figura 5), os animais do protocolo de restrição apresentaram maiores ( $P < 0,05$ ) valores no dia 3 (30,54) em relação aos dias 6, 9 e 14 (17,87; 23,04 e 24,15; respectivamente). Ainda, nos dias 9 e 14 (23,04 e 24,15) os valores de EALMS não foram diferentes ( $P > 0,05$ ) entre eles, mas os valores desses dias foram maiores ( $P < 0,05$ ) do dia 6 (17,87). Já os animais do protocolo em escadas apresentaram maior ( $P < 0,05$ ) valor de EALMS no dia 3 (41,32) em relação aos dias 6, 9 e 14 (26,56; 24,56 e 25,74; respectivamente). Entretanto, os valores de EALMS dos dias 6, 9 e 14 (26,56; 24,56 e 25,74; respectivamente) não foram diferentes ( $P > 0,05$ ) entre eles. Para os protocolos de adaptação, dentro de cada dia (3, 6, 9 e 14), foi encontrada diferença ( $P < 0,05$ ) nos valores de EALMS para os dias 3 e 6, em que os animais do protocolo em escadas apresentaram maiores valores em comparação aos animais do protocolo de restrição.



**Figura 5.** Interação entre protocolo de adaptação (restrição e escadas) e dias (3, 6, 9 e 14) para eficiência de alimentação da matéria seca. Médias com sobrescritos diferentes diferem ( $P < 0,05$ ).

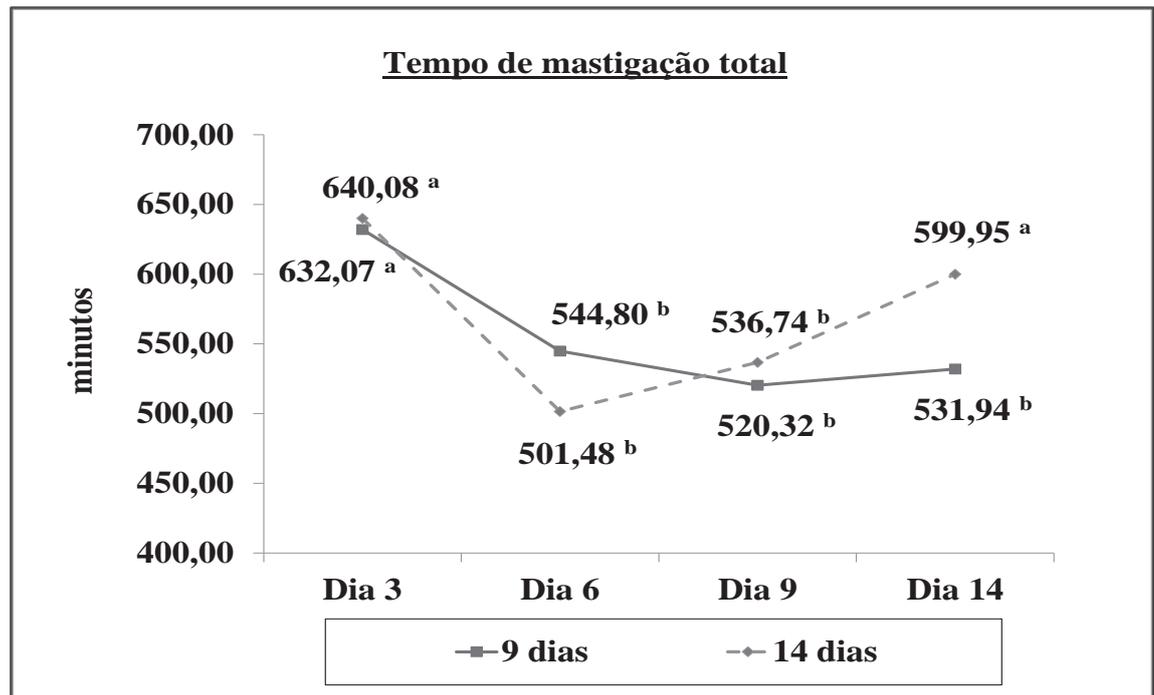
Também foi observada interação entre duração dos protocolos e dias para o TAL ( $P = 0,0009$ ), TMT ( $P = 0,0003$ ), TO ( $P = 0,0003$ ) e EALMS ( $P < 0,0001$ ).

No TAL (Figura 6), animais adaptados por 9 dias apresentaram maior ( $P < 0,05$ ) valor no dia 3 (241,53) em comparação com os dias 6, 9 e 14 (175,62; 206,03 e 208,94; respectivamente). Nos dias 9 e 14 (206,03 e 208,94), os valores de TAL não foram diferentes ( $P > 0,05$ ) entre eles, mas os valores desses dias foram diferentes ( $P < 0,05$ ) do dia 6 (175,62). Para os animais adaptados por 14 dias, os valores de TAL dos dias 3 e 14 (248,15 e 251,02) foram maiores ( $P < 0,05$ ) em comparação com os dias 6 e 9 (160,73 e 205,05). Ainda, os valores de TAL do dia 9 (205,05) foram maiores ( $P < 0,05$ ) em relação ao dia 6 (160,73). Entretanto, os valores dos dias 3 e 14 (248,15 e 251,02) não foram diferentes ( $P < 0,05$ ) entre eles. Para a duração dos protocolos (9 e 14 dias), dentro de cada dia (3, 6, 9 e 14), foi encontrada diferença ( $P = 0,0020$ ) nos valores de TAL apenas para o dia 14, quando os animais adaptados por 14 dias apresentaram maior valor em comparação aos animais adaptados por 9 dias.



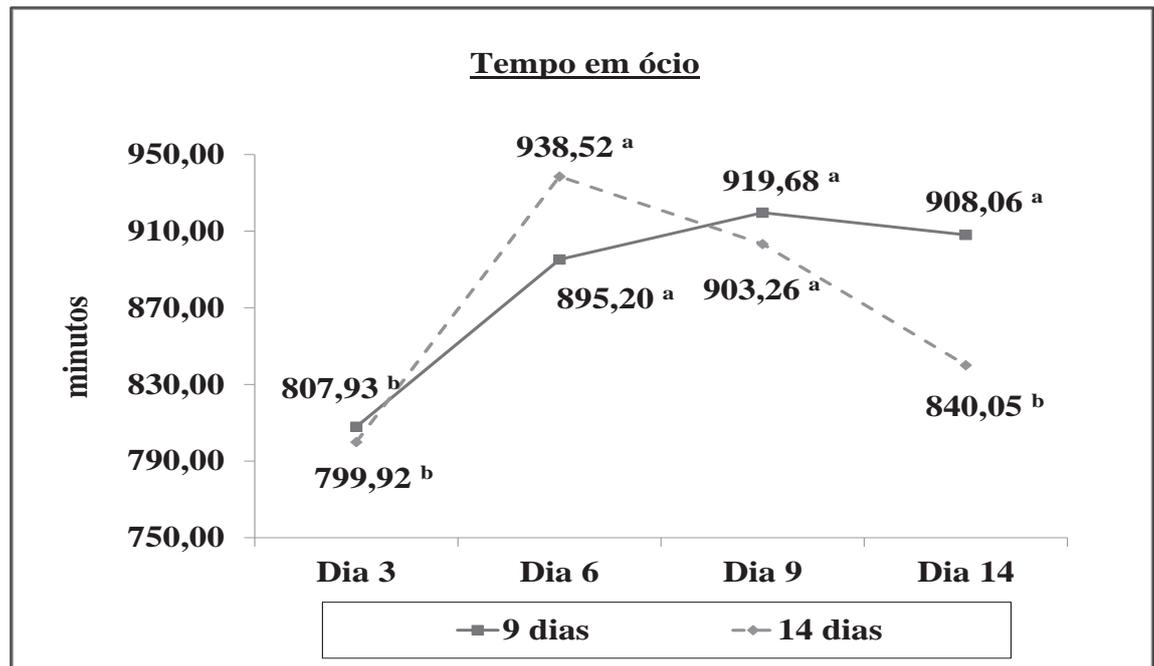
**Figura 6.** Interação entre duração dos protocolos de adaptação (9 e 14 dias) e dias (3, 6, 9 e 14) para tempo de alimentação. Médias com sobrescritos diferentes diferem ( $P < 0,05$ ).

Para o TMT (Figura 7), os animais adaptados por 9 dias apresentaram maiores ( $P < 0,05$ ) valores no dia 3 (632,07) em comparação com os dias 6, 9 e 14 (544,80; 520,32 e 531,94; respectivamente). Entretanto, os valores de TMT dos dias 6, 9 e 14 (544,80; 520,32 e 531,94; respectivamente) não foram diferentes ( $P > 0,05$ ) entre eles. Para os animais adaptados por 14 dias, o valor de TMT dos dias 3 e 14 (640,08 e 599,95) foi maior ( $P < 0,05$ ) em comparação com os dias 6 e 9 (501,48 e 536,74). Ainda, os valores de TMT dos dias 6 e 9 (501,48 e 536,74); 3 e 14 (640,08 e 599,95) não foram diferentes ( $P > 0,05$ ) entre eles. Em relação à duração dos protocolos de adaptação (9 e 14 dias), dentro de cada dia (3, 6, 9 e 14), foi encontrada diferença ( $P = 0,0028$ ) nos valores de TMT apenas para o dia 14, sendo que os animais adaptados por 14 dias apresentaram maiores valores em comparação aos animais adaptados por 9 dias.



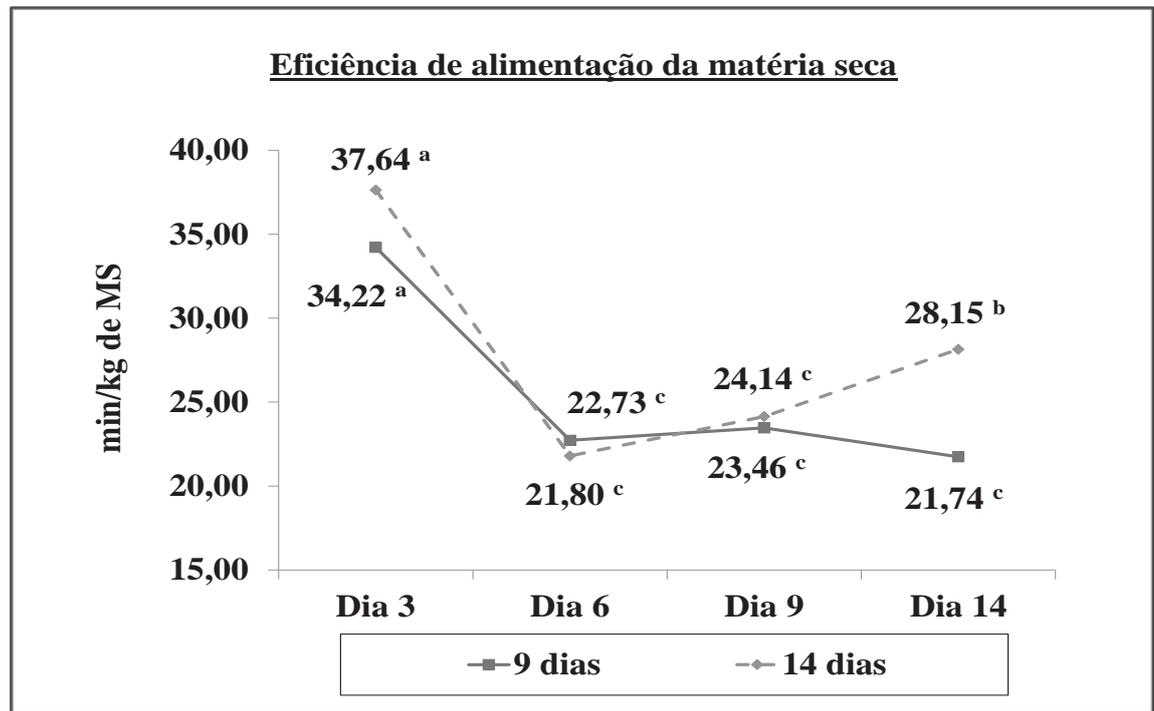
**Figura 7.** Interação entre duração dos protocolos de adaptação (9 e 14 dias) e dias (3, 6, 9 e 14) para tempo de mastigação total. Médias com sobrescritos diferentes diferem ( $P < 0,05$ ).

Em relação ao TO (Figura 8), animais adaptados por 9 dias apresentaram maiores ( $P < 0,05$ ) valores nos dias 6, 9 e 14 (895,20; 919,68 e 908,06; respectivamente) em relação com o dia 3 (807,93). Entretanto, os valores de TO dos dias 6, 9 e 14 (895,20; 919,68 e 908,06; respectivamente) não foram diferentes ( $P > 0,05$ ) entre eles. Já os animais adaptados por 14 dias apresentaram maiores ( $P < 0,05$ ) valores de TO nos dias 6 e 9 (938,52 e 903,26) em relação aos dias 3 e 14 (799,92 e 840,05). Ainda, os valores de TO dos dias 6 e 9 (938,52 e 903,26); 3 e 14 (799,92 e 840,05) não foram diferentes ( $P > 0,05$ ) entre eles. Para a duração dos protocolos de adaptação (9 e 14 dias), dentro de cada dia (3, 6, 9 e 14), foi encontrada diferença ( $P = 0,0028$ ) nos valores de TO apenas para o dia 14, quando os animais adaptados por 9 dias apresentaram maiores valores em comparação aos animais adaptados por 14 dias.



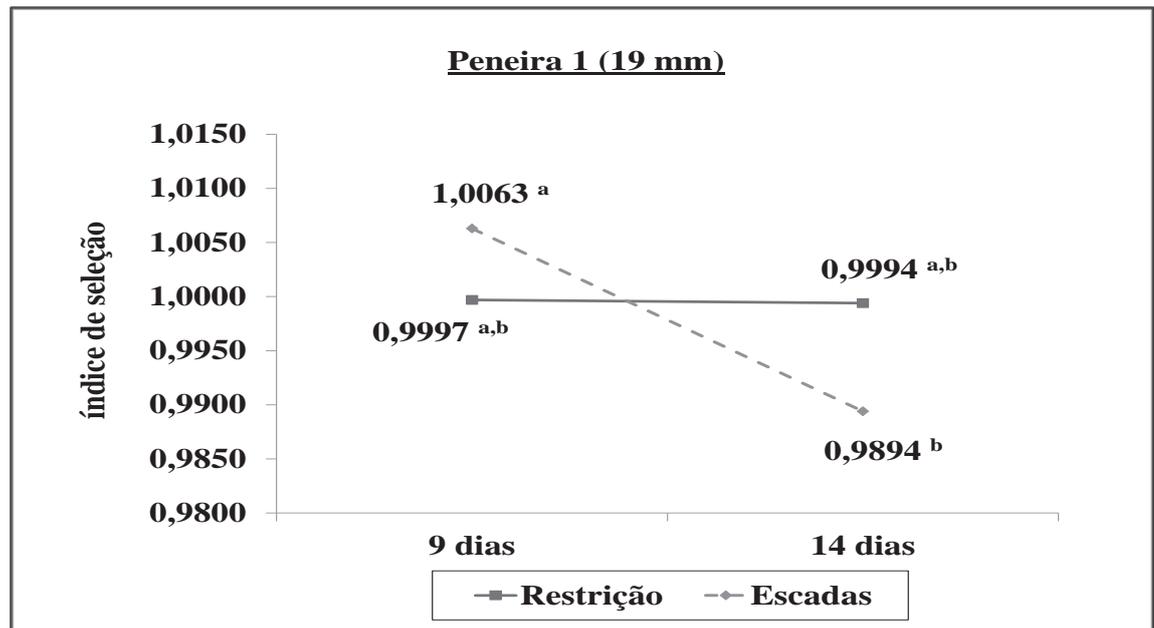
**Figura 8.** Interação entre duração dos protocolos de adaptação (9 e 14 dias) e dias (3, 6, 9 e 14) para tempo em ócio. Médias com sobrescritos diferentes diferem ( $P < 0,05$ ).

Por fim, na EALMS (Figura 9), os animais adaptados por 9 dias apresentaram maiores ( $P < 0,05$ ) valores no dia 3 (34,22) em relação aos dias 6, 9 e 14 (22,73; 23,46 e 21,74; respectivamente). Entretanto, os valores de EALMS dos dias 6, 9 e 14 (22,73; 23,46 e 21,74; respectivamente) não foram diferentes ( $P > 0,05$ ) entre eles. Já os animais adaptados por 14 dias apresentaram maior ( $P < 0,05$ ) valor de EALMS no dia 3 (37,64) em relação aos dias 6, 9 e 14 (21,80; 24,14 e 28,15; respectivamente). Ainda, no dia 14 (28,15), o valor de EALMS foi maior ( $P < 0,05$ ) em relação aos dias 6 e 9 (21,80 e 24,14), mas, nos dias 6 e 9 (21,80 e 24,14), os valores de EALMS não foram diferentes ( $P > 0,05$ ) entre eles. Em relação à duração dos protocolos de adaptação (9 e 14 dias), dentro de cada dia (3, 6, 9 e 14), foi encontrada diferença ( $P = 0,0014$ ) nos valores de EALMS apenas para o dia 14, quando os animais adaptados por 14 dias apresentaram maior valor em comparação aos animais adaptados por 9 dias.



**Figura 9.** Interação entre duração dos protocolos de adaptação (9 e 14 dias) e dias (3, 6, 9 e 14) para eficiência de alimentação da matéria seca. Médias com sobrescritos diferentes diferem ( $P < 0,05$ ).

Para peneira 1, no índice de seleção, observou-se interação ( $P = 0,0066$ ) entre protocolo de adaptação e duração dos mesmos (Figura 10), em que animais do protocolo em escadas adaptados por 9 dias apresentaram maior ( $P = 0,0130$ ) índice de seleção (1,0063) em relação aos animais do protocolo em escada adaptados por 14 dias (0,9894). Entretanto, o valor do índice de seleção na peneira 1 entre os animais do protocolo de restrição adaptados por 9 e 14 dias não foi significativo ( $P > 0,05$ ) (0,9997 e 0,9994). Também não foi significativo ( $P > 0,05$ ) para os protocolos de adaptação (restrição e escadas) dentro de da duração dos protocolos de adaptação (9 e 14 dias).



**Figura 10.** Interação entre protocolo de adaptação (restrição e escadas) e duração dos protocolos de adaptação (9 e 14 dias) para peneira 1 (19 mm). Médias com sobrescritos diferentes diferem ( $P < 0,05$ ).

Observou-se efeito principal de protocolo de adaptação para TR ( $P < 0,01$ ), IB ( $P = 0,03$ ), TALREF ( $P < 0,01$ ) e ERUMS ( $P < 0,01$ ) (Tabela 6), em que os animais do protocolo em escadas apresentaram maiores valores em relação aos animais do protocolo de restrição (398,59 vs. 304,00; 8,32 vs. 7,40; 7,41 vs. 5,47 e 47,76 vs. 41,93).

Foi observado efeito de dias para TR ( $P < 0,01$ ), IB ( $P < 0,01$ ), ERUMS ( $P < 0,01$ ), IC ( $P = 0,03$ ), IMSREF ( $P < 0,01$ ) e índice de seleção na bandeja ( $P < 0,001$ ) (Tabela 6). Para o TR, o dia 3 (391,27) apresentou maior ( $P < 0,05$ ) valor em relação aos dias 6, 9 e 14 (354,97; 322,98 e 335,96; respectivamente). Nos dias 9 e 14 (322,98 e 335,96), os valores de TR não foram diferentes ( $P > 0,05$ ) entre eles, e nem o dia 14 (335,96) em relação ao dia 6 (354,97), mas o valor do dia 9 (322,98) foi diferente ( $P = 0,0014$ ) do dia 6 (354,97). Em relação a variável IB, o dia 9 (9,63) apresentou maior ( $P < 0,05$ ) valor em relação aos dias 3, 6 e 14 (7,22; 6,23 e 8,37; respectivamente). Ainda, o dia 14 (8,37) apresentou maior ( $P < 0,05$ ) valor em relação ao dia 3 e 6 (7,22 e 6,23); e o dia 3 (7,22) em relação ao dia 6 (6,23). Na variável ERUMS no dia 3 (57,98) apresentou maior ( $P < 0,05$ ) valor em relação aos dias 6, 9 e 14 (47,32; 37,51 e 36,56; respectivamente); e o dia 6 (47,32) apresentou maior ( $P < 0,05$ ) valor em relação ao dia 9 e 14 (37,51 e 36,56). Para variável IC, o dia 3 (37,22) apresentou maior valor ( $P < 0,05$ ) em relação aos dias 6, 9 e 14 (32,65;

31,86 e 32,53; respectivamente). Em relação a variável IMSREF, foram observados maiores ( $P < 0,05$ ) valores para os dias 9 e 14 (0,270 e 0,257) em relação aos dias 3 e 6 (0,189 e 0,239); e do dia 6 (0,239) em relação ao dia 3 (0,189). E, por fim, o índice de seleção na bandeja, os dias 3, 6 e 9 (0,9959; 0,9986 e 0,9981; respectivamente) apresentaram maior ( $P < 0,05$ ) valor em relação ao dia 14 (0,9673).

## 5. DISCUSSÃO

Os níveis de concentrado das rações oferecidas aos animais do protocolo em escadas e restrição foram diferentes durante a adaptação, com maior quantidade de volumoso e FDN para os animais do protocolo em escadas (Tabela 1). Esse fato provocou maior valor de TAL, TMT, IMS, EALMS e, conseqüentemente, menor valor para TO ao longo dos dias da observação (3, 6, 9 e 14) para os animais do protocolo em escadas (Figura 1, 2, 4, 5 e 3), visto que resta menos tempo para os animais permanecerem em ócio quando valores de TAL e TMT são maiores, como o obtido por Silva et al. (2005). Contudo, ao longo do período de observação, ocorreu aumento na quantidade de ingredientes concentrados na ração oferecida aos animais adaptados pelos protocolos em escadas e, portanto, diminuição da diferença no valor de FDN entre ambos os protocolos, o que contribuiu para que não fossem observadas diferenças significativas entre os protocolos nos dias 9 e 14 para a EALMS (Figura 5), e no dia 14 para a IMS (Figura 4). Esses fatores, juntamente com a menor VDIMS na fase de adaptação, possivelmente contribuíram para conduzir os animais do protocolo de restrição a melhor CA e EA, assim como encontrado por Choat et al. (2002). Ressalta-se, ainda, que 14 dias foi o tempo necessário para que os animais de ambos protocolos alcançassem a IMS predita, de acordo com a equação de predição de IMS do NRC (1996), e com fermentação saudável, evidenciado pelo baixo índice de rumenites e abscessos hepáticos (próximo capítulo), portanto, melhor ambiente ruminal para proliferação dos microrganismos.

Além disso, os valores de TAL, TMT e EALMS foram maiores e o valor de TO menor para os animais adaptados em 14 dias em relação aos adaptados em 9 dias no dia 14 da observação (Figuras 6, 7, 9 e 8). Como explicação, pode-se afirmar que, no dia 14 da observação, os animais que foram adaptados em 9 dias já tinham saído do período de adaptação, e por isso todos estavam na dieta de 85% de concentrado. Por outro lado, os animais adaptados em 14 dias estavam em seu último dia de adaptação, ao passo que havia um grupo que ainda estava na terceira dieta da adaptação, a qual continha 75% de

concentrado, ou seja, maior conteúdo de fibra (volumoso). Desse modo, aumentou o tempo que o animal precisou para ingerir quantidades satisfatórias de alimento que atendessem suas exigências fisiológicas. Segundo Mertens (1997), é o modo que o animal encontra para suprir suas exigências energéticas quando a dieta tem mais fibra. Como reflexo, os animais adaptados em 14 dias necessitaram de maior TMT, sobrando menos tempo para ficarem em ócio. Como a EALMS é obtida por meio da divisão dos valores de TAL por IMS, o aumento do valor de TAL resultou em piora na EALMS. Corroborando com esses dados, Mariani (2010) relatou piora da EALMS com aumento do TAL.

O que é importante ressaltar sobre a variação dos valores de TAL, TMT, TO e EALMS dentro de cada duração de adaptação (9 e 14 dias) ao longo dos dias da observação (3, 6, 9 e 14) é que os efeitos gerados estão em sintonias entre tais variáveis tanto para os animais adaptados em 9 dias como para os adaptados em 14 dias. Assim, esses regimes alimentares agiram em harmonia com o comportamento ingestivo; os animais adaptados em ambas durações de adaptação (9 e 14 dias) não apresentaram diferenças nas variáveis de desempenho e característica de carcaça (Tabela 3 e 4), resultados diferentes dos encontrados por Ronchesel (2012) e Parra et al. (2011), que concluíram que o comportamento ingestivo dos bovinos avaliados foi semelhante entre as durações de adaptações propostas (14 dias *vs.* 21 dias), porém com melhora nas características de carcaça (PCQ e RC) com duração de 14 dias.

No entanto, o comportamento ingestivo entre os protocolos de adaptação avaliados neste estudo (escadas e restrição) resultou em animais do protocolo de restrição mais eficientes, como pode ser constatado pelos dados de EA, CA e CKPV no período de 0 a 56 e 0 a 84 dias (Tabela 3), todavia sem diferenças na característica de carcaça (Tabela 4); ao contrário do encontrado por Ronchesel (2012), segundo o qual o comportamento ingestivo dos bovinos avaliados foi diferente nos dois protocolos (escadas e restrição), porém, sem diferenças no desempenho e característica de carcaça (Parra et al., 2011).

Como fator biológico para melhor eficiência dos animais do protocolo de restrição nessas variáveis, diferenças entre população de microrganismos e capacidade metabólica (taxa de crescimento e absorção de AGCC) podem ser possíveis de serem explicados, já que maior área média das papilas ruminais e área de superfície de absorção de epitélio ruminal ao final do período de adaptação (dados demonstrados no próximo capítulo)

foram obtidos pelos animais do protocolo de restrição. Parece que a chave para melhorar a EA e CA por meio da restrição é reduzir a IMS sem diminuir o GPD, como ocorreu neste estudo; em que tanto a IMSKG quanto a IMSPV no período de 0 a 28 dias e 0 a 56 dias foram menores para os animais do protocolo de restrição, porém sem diferenças no GPD em qualquer período (Tabela 3). Resultados estão de acordo com os encontrados por Weichenthal et al. (1999) e Bierman e Pritchard (1996), que afirmaram que pode ter ocorrido diminuição na exigência de manutenção dos animais. É certo que, provavelmente, nesse cenário, nenhum fator atuou sozinho.

As diferenças dos níveis de concentrado das rações durante a adaptação entre os protocolos, também proporcionou maior valor no TR, IB e TALREF aos animais do protocolo em escadas (maior quantidade de volumoso e FDN), e dessa forma pior ERUMS (Tabela 4). Resultados encontrados devido ao fato de que quanto maior a participação de alimentos volumosos na dieta, maior o TR (Van Soest, 1994), necessitando os animais de maior TALREF para atingirem suas necessidades fisiológicas, e, portanto, piora na ERUMS por apresentarem maior tamanho de partículas; dados que corroboram com o encontrado por Bürger et al. (2000) e Ronchesel (2012).

Além disso, foi observado melhor valor de ERUMS nos dias 9 e 14 em relação aos dias 3 e 6 da observação, dias que a IMSREF estava maior. Essa melhora da ERUMS nesses dias é devido ao fato de que a dieta tinha maior quantidade de ingredientes concentrados e menor quantidade de FDN, o que auxilia na quebra dessas partículas. Dietas como alto teor de FDN diminuem a ERUMS dos animais em razão da maior dificuldade de diminuição do tamanho das partículas originadas de materiais fibrosos, diminuindo, assim, a IMSREF, como constatado por Dulphy et al. (1980).

Do mesmo modo, foi observado maior IB nos dias 9 e 14 em relação aos dias 3 e 6 da observação. Todavia, como não foi possível medir a quantidade de água consumida por animal ou por visita, não se pode inferir que o maior número de IB observado reflete um maior consumo de água. No entanto, de acordo com o NRC (1996), o consumo de água está diretamente relacionado à IMS, por isso, como a IMS dos animais do protocolo em escadas foi maior, pode-se concluir que esse fator auxiliou para o aumento de IB. O mesmo pode ser inferido em relação aos dias de observação, uma vez que apresentaram maior IMSREF nos dias 9 e 14, justificando a maior IB observada em tais dias.

Para o IC, o maior valor apresentado no dia 3 em relação ao demais dias pode ser

explicado pela menor IMSREF observada nesse dia, que continha maior quantidade de volumoso e FDN, e, assim, resultou em mais vezes o animal no cocho no intuito de atingir sua saciedade, estando de acordo com os achados por Ronchesel (2012). Resultados indicam que os animais estavam se sentindo bem e estimulados a comer, demonstrando, com isso, que o ambiente ruminal estava saudável e se adaptando para receber esse novo tipo de dieta, hipótese novamente comprovada pelo baixo índice de rumenite e abscessos hepáticos ao final da adaptação, que será apresentado no próximo capítulo.

Por fim, o fato dos animais do protocolo em escadas na duração de 14 dias terem apresentado seleção contra o índice da peneira 1 (conforme a tabela 2 ingredientes volumosos) em relação à duração de 9 dias (Figura 10), é positivo e sinal do rúmen saudável, uma vez que, estavam selecionando ingredientes concentrados. Por outro lado, o motivo dos animais apresentarem índice de seleção contra os ingredientes da ração da bandeja (conforme a tabela 2 ingredientes concentrados em sua maioria) no dia 14 em comparação com os dias 3, 6 e 9, levanta-se a hipótese de que, como nesse dia o teor de concentrado estava maior, levou a selecionarem a favor dos ingredientes volumosos que auxiliam na fermentação. Todavia, a fermentação não chegou a uma situação intensa, já que, pelos dados que serão vistos no próximo capítulo, o rúmen se encontrava em situação saudável ao final das durações de adaptação.

## **6. CONCLUSÕES**

De acordo com os resultados, bovinos Nelore podem ser adaptados em ambas durações de adaptação (9 ou 14 dias) e protocolo de restrição, o qual proporcionou melhora na eficiência alimentar e menor custo do ganho.

## **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington, VA.
- Baker, G. A., and H. R. Guilbert. 1942. Non-randomness of variations in daily weights of cattle. *J. Anim. Sci.* 1:293-299.
- Bevans, D. W., K. A. Beauchemin, K. S. Schwartzkopf-Genswein, J. J. McKinnon, and T. A. McAllister. 2005. Effect of rapid or gradual grain adaptation on subacute acidosis and feed intake by feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 83:1116–1132.
- Bierman, S. J., and R. H. Pritchard. 1996. Effect of feed delivery management on yearling steer performance. Pages 17–21 in *South Dakota Beef Rep.*, South Dakota State Univ., Brookings.
- Brown, M. S., and D. D. Millen. 2009. Protocolos para adaptar bovinos confinados a dietas de alto concentrado. In: *Proc. 2nd. Int. Symposium on Ruminant Nutrition:*

- Recent advances in the nutrition of feedlot cattle. Sao Paulo State Univ., Botucatu, Brazil. p. 2-22
- Brown, M. S., C. H. Ponce, and R. Pulikanti. 2006. Adaptation of beef cattle to high-concentrate diets: Performance and ruminal metabolism. *J. Anim. Sci.* 84:E25–E33.
- Bürger, P.J., J. C. Pereira, A. C. Queiroz, J. F. Coelho da Silva, S. C. Valadares Filho, P. R. Cecon, and A. D. P. Casali. 2000. Ingestive Behavior in Holstein Calves Fed Diets with Different Concentrate Levels. *R. Bras. Zootec.* 29:236-242.
- Choat, W. T., C. R. Krehbiel, M. S. Brown, G. C. Duff, D. A. Walker, and D. R. Gill. 2002. Effects of restricted versus conventional dietary adaptation on feedlot performance, carcass characteristics, site and extent of digestion, digesta kinetics, and ruminal metabolism. *J. Anim. Sci.* 80:2726–2739.
- Dulphy, J.-P., B. Remond, and M. Theriez. 1980. Ingestive behaviour and related activities in ruminants. In: Y. Ruckebush and P. Thivend (Ed.) *Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants*. pp 103-122. AVI Publishing Co., Westport, CT
- Heinrichs, J. 1996. Evaluating particle size of forages and TMRs using the Penn State particle size separator. DAS 96-20. Coll. Agric. Sci., Pennsylvania State Univ., University Park.
- Johnson, T. R., and D. K. Combs. 1991. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 74:933–944.
- Kelly, A. K., M. McGee, D. H. Crews Jr., T. Sweeney, T. M. Boland, and D. A. Kenny. 2010. Repeatability of feed efficiency, carcass ultrasound, feeding behavior, and blood metabolic variables in finishing heifers divergently selected for residual feed intake. *J. Anim. Sci.* 88:3214–3225.
- Leonardi, C., and Armentano, L. E. 2003. Effect of quantity, quality, and length of alfalfa hay on selective consumption by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 86:557-564.
- Mariani, T.M., R. D. L. Pacheco, M. D. B. Arrigoni, C. L. Martins, S. R. Baldin, L. M. N. Sarti, R. S. Barducci, J. R. Ronchesel, F. S. Parra, D. Tomazella, J. P. S. T. Bastos, E. S. Ogawa, and Millen, D. D. 2010. Effects of feeding polyclonal antibody preparations against lactate-producing rumen bacteria or monensin on feeding behavior of feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 88(Suppl. 2):709. (Abstr.)
- Mertens, D. R. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cattle. *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.
- NRC. 1996. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. 7th ed. National Academy Press, Washington, DC.
- Oliveira, C. A., and D. D. Millen. 2011. Survey of nutritional recommendations and management practices used by Brazilian feedlot consulting nutritionists: General information and adaptation. *Braz. J. Anim. Sci.* 41:3.
- Parra, F. S., J. R. Ronchesel, M. D. B. Arrigoni, C. L. Martins, D. D. Millen, R. D. L. Pacheco, R. S. Barducci, L. M. N. Sarti, L. C. Vieira Júnior, M. C. S. Franzói, R. Espigolan, J. M. P. Silva, D. Setten, F. P. Luiz, and E. A. C. Filho. 2011. Effects of restricted versus conventional dietary adaptation over periods of 14 and 21 days on rumen papillae of feedlot Nellore cattle. *J. Anim. Sci.* 89(Suppl. 1):616. (Abstr.)

- Ronchesel, J. R. 2012. Feeding behavior of Nelore confined adapted to different protocols to high concentrate diet. Master's degree Thesis. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Univ. Estadual Paulista, Botucatu, Brazil.
- SAS Institute. 2003. SAS User's Guide: Statistics, Release 9.1. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Silva, R. R., F. F. Silva, G. G. P. Carvalho, I. L. Franco, C. M. Veloso, M. A. Chaves, P. Bonomo, I. N. Prado, and V. S. Almeida. 2005. Comportamento ingestivo de novilhas mestiças de Holandês x Zebu confinadas. *Arch. Zootec.* 54:75-85.
- Stock, R., T. Klopfenstein, and D. Shain. 1995. Feed intake variation. Pages 56–59 in *Symposium: Feed intake by beef cattle.* Oklahoma Agric. Exp. Stn. P-942. Oklahoma State Univ., Stillwater.
- Van Soest, P. J. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant.* 2nd ed. Cornell Univ. 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. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583–3597.
- Vasconcelos, J. T., and M. L. Galyean. 2007. Nutritional recommendations of feedlot consulting nutritionists: The 2007 Texas Tech University survey. *J. Anim. Sci.* 85:2772–2781.
- Weichenthal, B., I. Rush, and B. Van Pelt. 1999. Dietary management for starting finishing yearling steers on feed. Pages 44–46 in *Nebraska Beef Cattle Report.* Inst. Agric. Nat. Res., Lincoln.

### CAPÍTULO 3

O artigo a seguir está redigido conforme normas de publicação do *Journal of Animal Science*, exceto o idioma e o posicionamento das tabelas e figuras.

### **Digestibilidade e saúde ruminal de bovinos Nelore confinados submetidos a protocolos de adaptação às dietas com alta inclusão de concentrados**

**RESUMO** – O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da duração de protocolos de adaptação às dietas com alta inclusão de concentrados sobre a morfologia, histologia e índice de proliferação celular (IPC) das papilas do epitélio ruminal, índice de rumenite (IR), abscessos hepático (AH), digestibilidade da matéria seca (MS), amido, nutrientes digestíveis totais (NDT) e fibra em detergente neutro (FDN) de bovinos Nelore terminados em confinamento. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados, em arranjo fatorial  $2 \times 2$ , sendo os fatores protocolos de adaptação (escadas e restrição) e tempo de durações dos mesmos (9 e 14 dias), totalizando 24 baias, com 6 repetições (baia) por tratamento (5 animais/baia), com 120 Nelores machos não castrados ( $361,3 \pm 30,2$  kg), distribuídos em 6 blocos. Logo após a adaptação, um animal por baia foi abatido para avaliação de morfologia, histologia, IPC, IR e AH. Os 96 restantes foram abatidos no final com peso vivo de  $505 \pm 36,4$  kg. Amostras de fezes foram realizadas nos dias 5, 10, 15 e 20 para análise de digestibilidade. Para AH, área das papilas e espessura de queratina das papilas na histologia, não foi observado efeito principal ( $P > 0,05$ ) de protocolo e duração. No entanto, observou-se interação entre protocolo, duração e fase para digestibilidade da MS ( $P = 0,002$ ), amido ( $P = 0,0047$ ), FDN ( $P < 0,0001$ ), NDT ( $P = 0,0003$ ) e largura das papilas ( $P = 0,046$ ), no qual a digestibilidade se mostrou mais alta com a duração de 14 dias. Também observou-se interação entre duração e fase para área de superfície de absorção (ASA) ( $P = 0,0196$ ), número médio de papilas ( $P = 0,0170$ ), representatividade das papilas na superfície absorptiva ( $P = 0,0053$ ) e IPC ( $P = 0,02$ ), em que duração de 14 dias proporcionou melhores valores no final do período de adaptação. Observou-se interação entre protocolo e fase para ASA ( $P = 0,0639$ ) e interação entre protocolo e duração para IPC ( $P = 0,03$ ). Foi observado efeito principal de protocolo para área média das papilas (AMP) ( $P = 0,03$ ) (escadas =  $0,52$  cm<sup>2</sup>; restrição =  $0,59$  cm<sup>2</sup>) e IR ( $P = 0,08$ ) (escadas =  $0,94$ ; restrição =  $0,55$ ); efeito de fase para AMP ( $P = 0,0007$ ) (adaptação =  $0,49$  cm<sup>2</sup>; terminação =  $0,62$  cm<sup>2</sup>), IR ( $P < 0,0001$ ) (adaptação =  $0,50$ ; terminação =  $0,98$ ) e altura das papilas ( $P = 0,0024$ ) (adaptação =  $2,79$ ; terminação =  $3,35$ ). Desse modo, bovinos Nelore podem ser adaptados em ambos protocolos e 14 dias de duração; tempo que o rúmen demonstrou estar estabelecido para obter máximo aproveitamento da dieta e absorver os ácidos graxos de cadeia curta.

**Palavras-chave:** rumenite, morfologia, histologia e proliferação celular das papilas.

**Digestibility and rumen health of confined Nellore subjected to high concentrate diets  
adaptation protocols**

**ABSTRACT** – One hundred and twenty, 24-mo-old Nellore bulls ( $361.3 \pm 30.2$  kg) were fed in 24 pens for 84-d to determine effects of adaptation protocol and length period morphology, histology and rumen papillae cell proliferation index (CPI), rumenitis incidence (RI), hepatic abscesses (HA), digestibility of dry matter (DM), starch, total digestible nutrients (TDN) and neutral detergent fiber (NDF). A completely randomized block design with a  $2 \times 2$  factorial arrangement and 6 replications was used (5 bulls/pen). Factors include adaptation protocols, restricted finishing diet intake (REST) as a means of dietary adaptation compared with diets increasing in concentrate (STEP) over periods of either 9 or 14 d. After adaptation, one animal per pen was slaughtered for rumen papillae evaluations, RI and HA. The remaining 96 animals were harvested at  $505 \pm 36.4$  kg of BW. Fecal samples were taken on days 5, 10, 15 and 20 for digestibility analysis. For HA, papillary area and thickness of keratin papillary in histology, there was no effect ( $P > 0.05$ ) neither on adaptation protocol nor on length period. However, there was interaction among adaptation protocol, length period and phase to DM ( $P = 0.002$ ), starch ( $P = 0.0047$ ), NDF ( $P < 0.0001$ ) and NDT ( $P = 0.0003$ ) digestibility and papillae width ( $P = 0.046$ ), in which the length of 14 days provided better digestibility. It was also observed interaction between length period and phase to the rumen wall absorptive surface area (RASA) ( $P = 0.019$ ), number of papillae per  $\text{cm}^2$  of rumen wall ( $P = 0.0170$ ), representativeness of papillae on the absorptive surface ( $P = 0.0053$ ) and CPI ( $P = 0.02$ ), in which the length of 14 days provided better values at the end of the adaptation phase. Furthermore, it was observed interaction between adaptation protocol and phase to RASA ( $P = 0.0639$ ) and interaction between adaptation protocol and length period for IPC ( $P = 0.03$ ). It was observed significant effects of adaptation protocol to mean papillae area (MPA) ( $P = 0.03$ ) (STEP =  $0.52 \text{ cm}^2$ , REST =  $0.59 \text{ cm}^2$ ) and RI ( $P = 0.08$ ) (STEP = 0.94, REST = 0.55); effects of phase to MPA ( $P = 0.0007$ ) (adaptation =  $0.49 \text{ cm}^2$ , finishing =  $0.62 \text{ cm}^2$ ), IR ( $P < 0.0001$ ) (adaptation = 0.50, finishing = 0.98) and papillae height ( $P = 0.0024$ ) (adaptation = 2.79; finishing = 3.35). Thus, Nellore can be adapted in both adaptation protocol and in 14 days length period; time has shown that the rumen is established to obtain maximum utilization of diet and absorb short-chain fatty acids.

**Keywords:** rumenitis, morphology, histology and rumen papillae cell proliferation.

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo dados da ANUALPEC (2012), o número de animais confinados no Brasil mais do que dobrou nos últimos 10 anos, saindo de 1,95 milhão para aproximadamente 3,87 milhões. Nesse contexto, o uso de concentrados também aumentou consideravelmente, onde, em 2004 a inclusão média de concentrando na terminação com base na matéria seca total da dieta era de 61% (Assocon, 2006) e atingiu a média de 79% em 2011 (Oliveira e Millen, 2011).

Por outro lado, certas medidas devem ser tomadas para prevenção de problemas digestivos e garantir o aumento da eficiência. Entre essas medidas, podemos citar maior atenção com a formulação de dietas, manejo alimentar e a utilização de protocolos de adaptação. De acordo com Brown e Millen (2009) o período de adaptação não deve representar mais de 20% do tempo total de alimentação, pois os animais poderiam ter o desempenho impactado negativamente devido ao consumo da ração de terminação, a qual contém mais energia, por menor intervalo de tempo; ou aumentar o custo de produção, já que estes teriam que permanecer por mais tempo no confinamento.

Num estudo realizado por Millen et al. (2009) com nutricionistas brasileiros de bovinos confinados, os dois protocolos mais usados no país para adaptar bovinos de corte à rações de alta energia foram o protocolo de escadas e o protocolo de restrição a dieta de terminação. Em um segundo levantamento dois anos após esse, foi relatado que o protocolo de escadas passou a ser o primeiro mais utilizado disparadamente (Oliveira e Millen, 2011). No entanto, as recomendações tanto do protocolo de adaptação, como o tempo de duração do mesmo, são de forma empírica, ou seja, com base em informações geradas em outros países, principalmente nos Estados Unidos.

Desse modo, com o intuito de trazer informações precisas sobre o sistema brasileiro, para que produtores e técnicos possam produzir com segurança, tecnologia e manejo adequado a fim de garantir o sucesso da atividade, o primeiro passo foi dado no estudo de Parra et al. (2011). Nesse estudo foi observado que protocolos de adaptação com duração de 21 e 14 dias não afetaram de forma negativa o desempenho e a saúde ruminal. Entretanto, em relação às características de carcaça, o protocolo com duração de 14 dias foi melhor do que o protocolo com duração de 21 dias, ao se encontrar maior peso de carcaça quente e rendimento de carcaça.

Assim, como continuidade dessa linha de pesquisa, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da duração de protocolos de adaptação às dietas com alta inclusão de concentrados sobre a morfologia, histologia e índice de proliferação celular (IPC) das papilas do epitélio ruminal, índice de rumenite (IR), abscessos hepático (AH), digestibilidade da matéria seca (MS), amido, nutrientes digestíveis totais (NDT) e fibra em detergente neutro (FDN) de bovinos Nelore terminados em confinamento.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Os animais foram criados de acordo com a Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Botucatu (Protocolo nº 136/2010-CEUA).

### **2.1. Animais e Local Experimental**

Foram utilizados 120 animais machos não castrados da raça Nelore, com peso médio inicial de  $361,3 \pm 30,2$  kg, escore de condição corporal 4,0 (escala de 1,0 a 9,0), com idade aproximada de 24 meses e provenientes de recria em sistema de pastejo contínuo. Os animais vieram de uma única propriedade do sul de Minas e levou 5 horas de transporte para chegar na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP – Universidade Estadual Paulista, campus de Botucatu, no confinamento experimental de bovinos de corte; lugar que foi conduzido o estudo. O período experimental foi de 30/07/2011 a 22/10/2011, totalizando 84 dias de confinamento.

### **2.2 Delineamento Experimental**

O delineamento experimental deste estudo foi de blocos inteiramente casualizados em arranjo fatorial  $2 \times 2$ , sendo os fatores: protocolos de adaptação (escadas e restrição) e tempo de durações dos mesmos (9 e 14 dias), constituindo-se, dessa forma, os quatro tratamentos experimentais: T1 – protocolo em escadas com duração de 9 dias (**E9**), T2 – protocolo em escadas com duração de 14 dias (**E14**), T3 – protocolo de restrição com duração de 9 dias (**R9**), e T4 – protocolo de restrição com duração de 14 dias (**R14**). Cada tratamento foi composto por 6 baias (5 animais/baia), as quais foram consideradas as unidades experimentais para este estudo. O peso vivo inicial dos animais foi utilizado como critério no momento da blocagem, os quais foram divididos em 6 blocos.

### **2.3. Manejo, Arraçoamento e Cuidados com os Animais**

A fase pré-experimental (processamento e recebimento) dos animais foi feita por um período de 10 dias, quando foram identificados, vacinados e desverminados. Nesse

período, objetivou-se também a uniformização da população de microrganismos ruminais, adaptação às instalações, ao marcador (óxido de cromo) e ao manejo.

Os animais foram bloqueados e então se iniciou o período experimental. Foram mantidos em baias de piso de concreto com uma lotação de cinco animais por baia (5,4 m<sup>2</sup> por animal e 0,8 m de cocho por animal). A adaptação em escada consistiu no fornecimento de dietas com consumo *ad libitum* e níveis crescentes de concentrados (55, 65 e 75%) de acordo com o tempo de adaptação (9 ou 14 dias) até atingir o nível de concentrados desejado para a dieta de terminação (85%). No protocolo de restrição, utilizou-se a dieta de terminação limitada por quantidade e aumentou-se o oferecimento diário gradativamente até atingir o consumo *ad libitum* em 9 ou 14 dias.

A dieta foi formulada segundo o sistema Large Ruminant Nutrition System (LRNS) 1.0.12, nível 2, cujos níveis estão apresentados na Tabela 1, esperando-se ganhos de peso diários de 1,50 a 1,80 kg/dia/animal. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia (40% da oferta às 8h:00min e 60% às 15h:00min) com água nos bebedouros automáticos. As dietas foram compostas por feno triturado de coast cross (*Cynadon dactylon*), bagaço de cana-de-açúcar *in natura*, silagem de grãos úmidos de milho, polpa cítrica, farelo de amendoim, torta de algodão e sal mineral com ureia (Tabela 1). Foi adicionado água nas dietas, com o objetivo de corrigir o teor de matéria seca para valores entre 60 e 65%. A dieta de terminação com 85% de concentrado, assim como os dias de fornecimento, foram iguais para todos os tratamentos. Abaixo seguem os protocolos de adaptação utilizados:

**E9:** animais receberam a dieta 1 (55% de concentrado) por 3 dias, a dieta 2 (65% de concentrado) por 3 dias e a dieta 3 (75% de concentrado) por 3 dias, totalizando 9 dias de adaptação;

**E14:** animais receberam a dieta 1 (55% de concentrado) por 4 dias, a dieta 2 (65% de concentrado) por 5 dias e a dieta 3 (75% de concentrado) por 5 dias, totalizando 14 dias de adaptação;

**R9:** animais receberam apenas a dieta de terminação restrita a 1,76% do peso vivo (**PV**), aumentando-se 0,32 kg/dia de matéria seca (**MS**) até atingir o consumo *ad libitum* em um período de 9 dias de adaptação;

**R14:** animais receberam apenas a dieta de terminação restrita a 1,76% do PV, aumentando-se 0,26 kg/dia de MS até atingir o consumo *ad libitum* em um período de 14

dias de adaptação.

A quantidade de Energia Líquida para Ganho (Elg) foi equivalente dentro de cada período (9 ou 14 dias) para os diferentes protocolos de adaptação, ou seja, a Elg oferecida para os animais submetidos ao protocolo E9 foi a mesma para os animais submetidos ao protocolo R9, e a Elg oferecida para os animais submetidos ao protocolo E14 foi a mesma para os animais submetidos ao protocolo R14. Os ajustes foram feitos diariamente antes do oferecimento do primeiro trato das dietas experimentais. Objetivo-se sobre de 2 quilogramas nos cochos dos animais do protocolo em escadas. Caso sobrasse menos aumentava-se a quantidade para obter sobre de 2 quilogramas, se sobrasse mais dava-se uma chance antes de diminuir a quantidade e a diminuição não era brusca.

**Tabela 1.** Composição e conteúdo nutricional das dietas experimentais.

<b>Tratamento</b>	<b>E9 ou E14</b>	<b>E9 ou E14</b>	<b>E9 ou E14</b>	<b>R9 ou R14</b>
<b>Dietas</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>Terminação</b>
<b>Proporção de Concentrado (%)</b>	<b>55</b>	<b>65</b>	<b>75</b>	<b>85</b>
<b>Ingredientes (% MS)</b>				
Bagaço <i>in natura</i>	14,89	14,88	14,99	14,64
Feno de <i>Coast cross</i>	29,57	19,64	9,56	0,00
SGUM <sup>1</sup>	23,77	32,00	37,61	43,55
Polpa cítrica	7,28	10,26	14,03	15,33
Farelo de Amendoim	18,42	12,42	9,67	6,56
Torta de algodão	3,02	7,28	10,63	17,44
Núcleo Mineral com Ureia <sup>2</sup>	2,81	3,12	3,19	2,70
<b>Conteúdo Nutricional</b>				
Matéria Seca (MS)	77,0	76,0	75,0	75,0
NDT <sup>3</sup> (%MS)	51,2	57,5	53,8	64,4
Amido (%MS)	15,50	24,08	27,43	32,24
Proteína Bruta (%MS)	15,6	16,6	16,1	14,5
Extrato Etéreo (% MS)	2,2	2,7	2,5	4,3
FDN <sup>4</sup> (%MS)	55,1	48,7	48,6	36,1
FDN <sup>5</sup> (%MS)	34,0	27,0	21,0	15,0
ENN <sup>6</sup> (% MS)	20,7	25,3	26,6	37,6
ELg <sup>7</sup> , Mcal/Kg MS	0,92	1,06	1,15	1,22
Matéria Mineral (% MS)	6,51	6,51	6,28	6,03
Ca (%MS)	0,78	0,79	0,83	0,88
P (%MS)	0,37	0,38	0,41	0,46

<sup>1</sup>Silagem de grãos úmidos de milho; <sup>2</sup>Núcleo mineral com Ureia: Ca 16,0%; P 2,4%; Na 5,9%; S 2,8%; Mg 0,5%; Zn 1680 ppm; Mn 1120 ppm; Cu 560 ppm; I 28 ppm; Se 5,6 ppm; Co 8,23 ppm e Vit. A 73920 UI; Monensina 1000 ppm; <sup>3</sup>Nutrientes digestíveis totais; <sup>4</sup>Fibra em detergente neutro; <sup>5</sup>Fibra em detergente neutro fisicamente efetiva; <sup>6</sup> Extrativo Não Nitrogenado; <sup>7</sup> Energia Líquida para Ganho (estimado pelo LRNS).

Ao longo do período experimental foram feitas amostragens semanais da dieta para a análise bromatológica: proteína bruta (**PB**), extrato etéreo (**EE**) e matéria mineral (**MM**), expressos na MS, segundo AOAC (1990), e fibra em detergente neutro (**FDN**) segundo Van Soest et al. (1991). A dieta foi submetida ajustes de quantidade diariamente, com base na quantidade de sobra nos cochos antes da primeira refeição (8h:00min).

#### **2.4 Determinação da Digestibilidade da Matéria Seca, Amido, Nutrientes Digestíveis Totais e Fibra em Detergente Neutro no trato total**

Foi incluso na formulação das dietas a concentração de 0,15% de óxido de cromo ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) com base na MS, cujo fornecimento se iniciou desde a fase pré-experimental.

As coletas de amostras de fezes e rações foram realizadas a cada 5 dias, contados a partir do dia 5 do experimento, ou seja, nos dias 5, 10, 15 e 20 do período experimental. Utilizando pá de alumínio, as amostras de fezes foram coletadas diretamente do chão, logo após os animais defecarem no período da manhã e da tarde sempre antes das refeições. As amostras que sofreram qualquer contaminação com o piso foram descartadas e uma nova amostra foi coletada. Após a coleta, as amostras foram transferidas para isopor com gelo, e ao término da coleta foram congelados a  $-20\text{ }^\circ\text{C}$ . As amostras da dieta foram coletadas no momento do trato no período da manhã (8h:00min) e também congelados a  $-20\text{ }^\circ\text{C}$  para análises.

A determinação do óxido de cromo nas amostras de fezes e da ração foram realizadas conforme a metodologia descrita por Bateman (1970) e Graner (1972). A determinação da MS foi realizado segundo AOAC (1990). Para determinação dos teores de amido nas fezes, as amostras foram encaminhadas para o laboratório de Nutrição e Crescimento Animal da Universidade de São Paulo (ESALQ), campus de Piracicaba, e foram analisadas por meio do NIRS (*Near Infrared Reflectance Spectroscopy*) utilizando-se a equação de calibração proposta por Caetano (2008). A determinação do amido dietético foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Hendrix (1993) e Pereira & Junior (1995), pois a equação de calibração do NIRS para determinação de amido dietético não é tão acurada quanto para determinação de amido fecal.

A determinação da fibra em detergente neutro (FDN) foi realizada a partir do método *fiber bag* – gravimétrico enzimático adaptado através dos trabalhos propostos por Goering e Van Soest (1970), Van Soest et al. (1991), Pereira e Júnior (1995), Ankom Technology (2002) e Silva e Queiroz (2002)

A determinação dos nutrientes digestíveis totais (NDT) foi realizada a partir da fórmula:  $NDT = PB_D + FDN_D + ENN_D + (2,25 \times EE_D)$ , em que:  $NDT$  = Nutrientes digestíveis totais;  $PB_D$  = Proteína bruta digestível;  $FDN_D$  = Fibra em detergente neutro digestível;  $ENN_D$  = Extrativo não nitrogenado digestível;  $EE_D$  = Extrato etéreo digestível.

Os coeficientes de digestibilidade da MS e de cada nutriente no trato total foram calculadas da seguinte forma:

$$Cr_2O_3 (\%) = \left( \frac{\text{Total de } Cr_2O_3 \text{ consumido}}{\text{Total de matéria seca consumida}} \right) \cdot 100$$

$$\text{Digestibilidade da matéria seca (\%)} = 100 - \left[ \left( \frac{Cr_2O_3 \text{ no alimento}}{Cr_2O_3 \text{ nas fezes}} \right) \cdot 100 \right]$$

$$\text{Digestibilidade (\%)} = 100 - \left[ 100 \cdot \left( \frac{\% \text{ indicador no alimento}}{\% \text{ indicador nas fezes}} \right) \cdot \left( \frac{\% \text{ nutriente nas fezes}}{\% \text{ nutriente no alimento}} \right) \right]$$

## 2.5 Avaliação da Saúde do Rúmen

Para o acompanhamento e avaliação do índice de rumenite, abscessos hepáticos, morfologia, histologia e índice de proliferação celular das papilas do rúmen foram abatidos vinte e quatro animais ao final do período de adaptação, sendo um animal por baía. Doze animais foram abatidos ao término dos protocolos com duração de 9 dias e outros doze animais foram abatidos ao término dos protocolos com duração de 14 dias. O restante dos animais (n=96) foi abatido ao final do período experimental, que teve duração total de 84 dias. Para análise dos dados de saúde ruminal, foram considerados dois períodos: adaptação (abate dos 24 animais no final do período de adaptação) e terminação (abate do restante dos animais no final do período experimental).

## 2.6 Índice de Rumenite

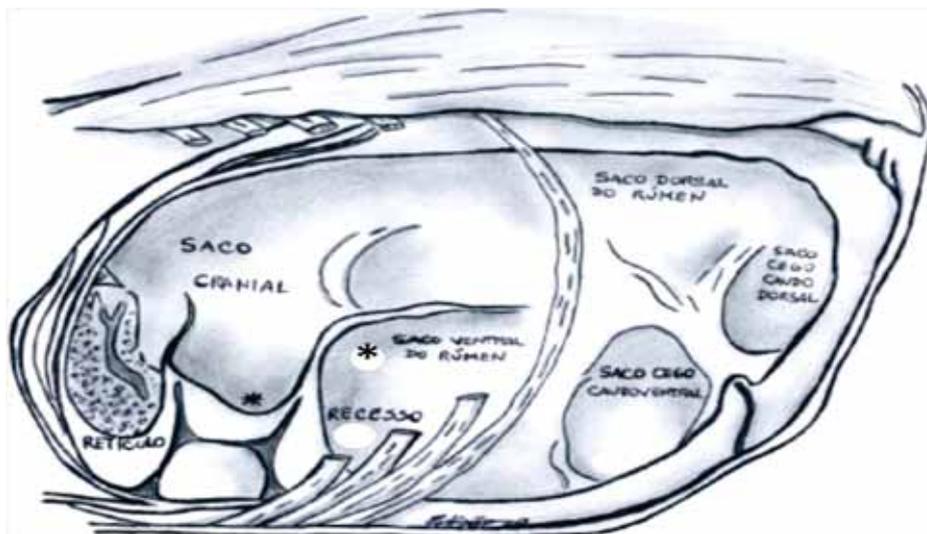
Para a avaliação do índice de rumenite (**IR**), os animais, após o abate, tiveram seus rumens lavados e avaliados. O epitélio ruminal foi classificado conforme a incidência de lesões (rumenites e hiperparaqueratose) e outras anormalidades no mesmo seguindo a metodologia de Bigham e McMamus (1975), baseada numa escala de 0 a 10. Foi considerada na incidência de anormalidades ruminais qualquer classificação na escala de 1 a 10 pontos, sendo desconsiderada a incidência da mesma apenas em casos de classificação zero. A classificação das papilas ruminais foi feita pelos profissionais da UNESP – Botucatu e contou com duas pessoas treinadas para esse fim. O escore final foi a média dos escores dos dois avaliadores.

## 2.7 Abscessos Hepáticos

Com relação aos abscessos hepáticos, estes foram classificados de acordo com incidência (%) e a severidade dos mesmos, sendo utilizada uma escala de 0 a 3 [0 (0), 1 (A-), 2 (A) e 3 (A+)]. Essa classificação é baseada no trabalho de Brink et al. (1990) e categorizada como segue: (0) – fígados sem abscessos; (A-) – fígados com um ou dois pequenos abscessos (bem menores que 2,5 cm de diâmetro) ou cicatrizes de abscessos; (A) – fígados com dois a quatro abscessos ativos (pouco menores que 2,5 cm de diâmetro); (A+) – fígados com um ou mais, grandes abscessos (maiores que 2,5 cm de diâmetro) e porções do diafragma aderidos à superfície do fígado. A classificação dos abscessos foi feita pelos profissionais da UNESP – Botucatu e contou com duas pessoas treinadas para esse fim.

## 2.8 Morfologia das Papilas do Rúmen

Após o abate, os animais foram eviscerados e os compartimentos rúmen + retículo do estômago foram isolados. Após limpeza e remoção do excesso de tecido conjuntivo circundante, os compartimentos foram abertos, esvaziados e lavados em água corrente. Um fragmento de aproximadamente 1 cm<sup>2</sup> foi coletado da região do saco cranial do rúmen (o asterico na região do saco cranial do rúmen na Figura 1 demonstra o lugar da coleta).



Fonte: Costa (2003)

**Figura 1:** Corte sagital do rúmen e do retículo (esquemático).

Essas amostras foram imediatamente colocadas em frascos contendo solução de tampão fosfato (PBS = 0,79g de NaCl; 0,223g de Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>; 0,0524 g de NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; H<sub>2</sub>O

qsp 100mL) a 0,1 M e pH 7,4, previamente preparados. As amostras foram mantidas por um dia refrigeradas até a realização das mensurações morfológicas macroscópicas.

As variáveis morfológicas macroscópicas avaliadas foram: número médio de papilas por cm<sup>2</sup> de parede ruminal (**NMP**), área média das papilas (**AMP**) por cm<sup>2</sup>, área de superfície de absorção do epitélio ruminal por cm<sup>2</sup> (**ASA**) e representatividade das papilas na superfície absorptiva em % (**RPSA**).

O NMP em todo fragmento foi mensurado por três avaliadores, que contaram manualmente a quantidade de papilas inseridas em cada fragmento, e o dado final foi o valor médio das três contagens realizadas. A AMP foi mensurada através das imagens digitalizadas das papilas por meio do programa de análise de imagens UTHSCSA Image Tool (Resende Júnior et al., 2006), onde em cada fragmento foram analisadas a área média de doze papilas retiradas aleatoriamente da base. A ASA foi calculada pela seguinte fórmula:  $1 + (NMP * AMP) - (NMP * 0,002)$ , em que o número 1 representa o fragmento de 1 cm<sup>2</sup> coletado, e o 0,002 é a área basal estimada de cada papila ruminal (Daniel et al., 2006). A RPSA foi calculada como segue:  $(NMP * AMP / ASA) * 100$ .

## **2.9 Histologia das Papilas do Epitélio Ruminal**

Foram coletados os fragmentos de aproximadamente 1 cm<sup>2</sup> do saco ventral do rúmen (o asterico na região do saco ventral do rúmen na Figura 1 demonstra o lugar da coleta), e colocados em fixador paraformaldeído tamponado 4%. Após 48 horas, os fragmentos foram removidos do fixador paraformaldeído tamponado 4%, em uma série crescente de alcoóis – álcool a 70%, 90% e álcool a 100% –, sendo que o material ficou exposto a essas concentrações de álcool por 1 hora cada.

Após essa etapa, os materiais foram colocados em cassetes para que fossem inseridos em recipientes contendo soluções de álcool etílico absoluto I, álcool etílico absoluto II, xilol I, xilol II, com a permanência de 1 hora em cada solução.

A inclusão destes em parafina (Histosec ®) I, parafina (Histosec ®) II também se efetivou após a permanência por 1 hora em cada, porém, agora, esse processo foi feito com o material fora dos cassetes, e incluídos em pequenos copos de vidro e/ou béqueres, estando esses em estufas com temperatura ao redor de 65°C.

Para a inclusão do material, foram montadas as travas de alumínio para que, junto com o material, fosse preenchido de parafina (Histosec ®) III, cada um com sua etiqueta de identificação, a qual continha número do animal, tratamento a que foi submetido e data

do processo em questão.

Terminada essa inclusão e passado o período de secagem total dos blocos fabricados, foram feitos cortes desse material, no micrótomo em secções primeiramente de 10µm para que o bloco fosse desbastado, após obter a característica desejada, foi diminuída a medida das secções para 5 µm, caracterizados cortes definitivos.

Os cortes avaliados de boa qualidade foram colocados em “banho-maria”, contendo água a uma temperatura em torno de 38° a 40°C, de onde foram retirados com lâminas próprias para a microscopia, para que fosse feita uma primeira avaliação, com o corante azul de toluidina, a fim de avaliar a integridade de todas as estruturas necessárias para avaliação. Logo após foram colocados em estantes cobertas para a secagem.

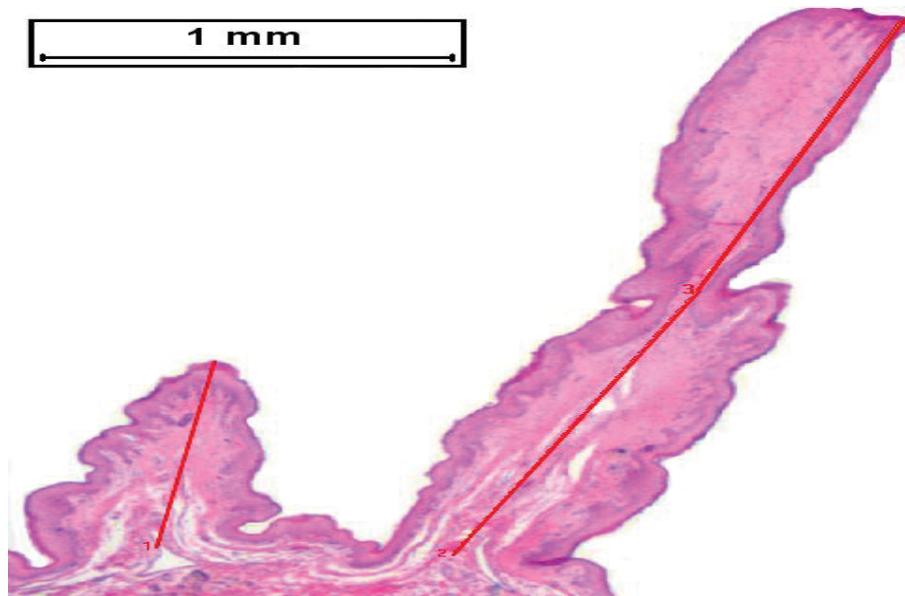
A coloração das lâminas contendo os cortes foi efetuada com a inclusão destas em cubetas de vidro, e passaram por uma série de substâncias, sequencialmente, por xilol I (10 min.), xilol II (10 min.), álcool etílico absoluto I (05 min.), álcool etílico absoluto II (05 min.), álcool 90% (05 min.), álcool 70% (05 min.), água destilada (15 min.), passaram pelos corantes, Hematoxilina – Eosina Hematoxilina de Harris (03 min.), água corrente (04 min.) e Eosina 5% (02 min.), essa primeira sequência chamada de bateria I.

Sendo assim, ocorreu a bateria II seguida de álcool 95% (05 min.), álcool etílico absoluto I (05 min.), álcool etílico absoluto II (05 min.), xilol diafanizador (05 min.), xilol intermediário (05 min.) e xilol de montagem (15 min.). Após esses procedimentos, as lâminas foram montadas para posteriores análises.

Para essas mensurações histológicas, utilizou-se o Analisador de Imagens Leica Qwin, contido no microscópio eletrônico de luz Leica, tendo sido as imagens de cada corte captadas por uma microcâmera para posterior digitalização em aumentos de 5x.

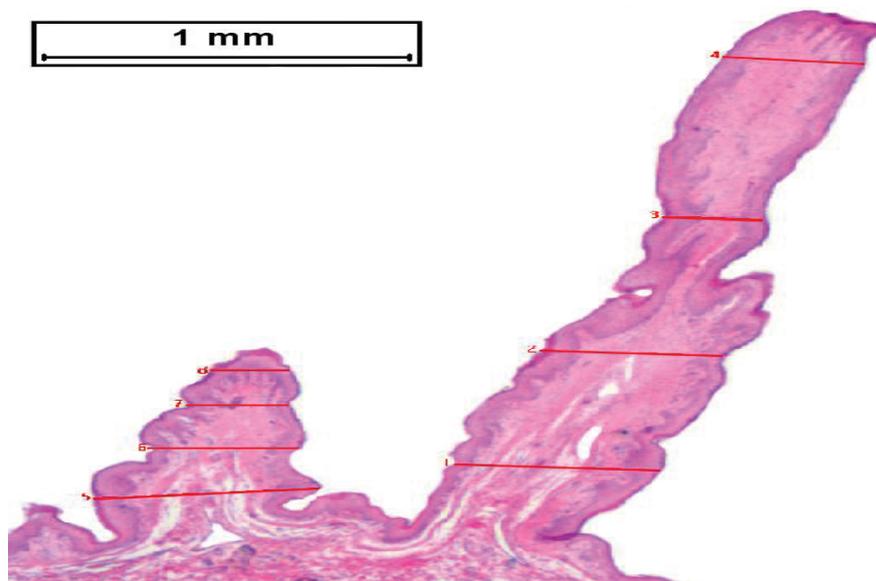
Após a confecção das lâminas, foram realizadas as mensurações histológicas, sendo elas: altura das papilas da parede ruminal (**APPR**), largura das papilas (**LP**), área das papilas (**AP**) e espessura de queratina das papilas (**EQP**), escolhendo aleatoriamente quatro papilas por animal, sendo o valor final, a média destas.

A APPR foi definida como sendo a linha reta traçada desde a base ao ápice da papila, como mostrado na figura 2.



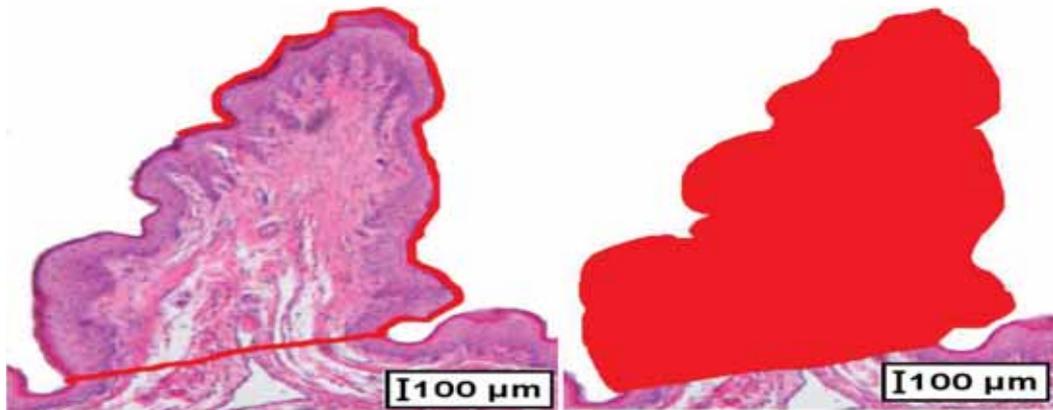
**Figura 2.** Secção transversal das papilas ruminais. Evidenciando o método utilizado para a aferição da altura papilar. Aumento de 5x.

Para a aferição da LP (Figura 3), foram traçadas retas em quatro lugares distintos, para que a média fosse considerada.



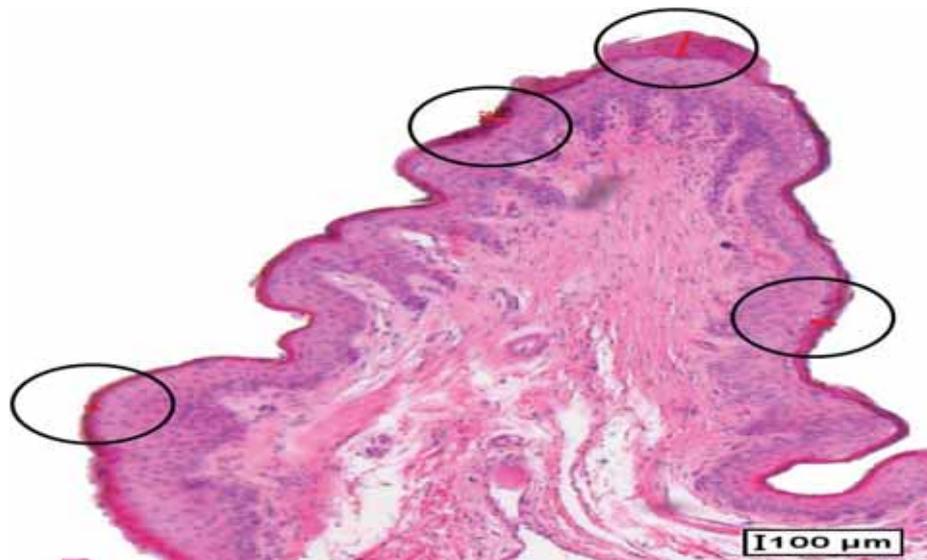
**Figura 3.** Secção transversal das papilas ruminais. Evidenciando o método utilizado para a aferição da largura papilar. Aumento de 5x.

Para determinar a AP, foram delimitadas das quatro papilas a fim de se obter a média desta variável (Figura 4).



**Figura 4.** Secção transversal das papilas ruminais. Evidenciando o método utilizado para a aferição da área papilar. Aumento de 5x.

No entanto, a camada de epitélio queratinizado foi muito pequena, impossibilitando a mensuração da área, sendo assim, mediu-se a EQP, onde foram traçadas retas delimitando tal camada em quatro posições distintas, para que a média fosse estabelecida (Figura 5).



**Figura 5.** Secção transversal das papilas ruminais. Evidenciando o método utilizado para a aferição da espessura queratinizado da papila ruminal. Aumento de 5x.

### 2.10 Proliferação Celular das Papilas do Epitélio Ruminal

Avaliação da proliferação celular das papilas do epitélio ruminal foi feita pelo protocolo de imuno-histoquímica, no qual foram coletados fragmentos de parede no recesso do saco ventral do rúmen (mesmo local que foi coletado para a histologia). O material foi fixado em formol a 10% e posteriormente emblocado em parafina.

Após as amostras serem inclusas em parafina (Histosec®) e os blocos produzidos, foram feitos cortes desse material, no micrótomo em secções primeiramente de 60 µm para que o bloco fosse desbastado. Após obter a característica desejada, foi diminuída a medida das secções para as lâminas finais com 8 µm. Após os cortes retirou-se a parafina e fez-se a hidratação em uma sequência de xilóis e álcoois.

Foi realizado o desmascaramento do antígeno com tampão citrato de pH 6,0 no micro-ondas. Realizou-se em duas repetições de 5 minutos e logo após fracionados os últimos 5 minutos em 3 e 2 minutos, respectivamente. Logo após, deixou-se resfriar completamente. Posteriormente, para o bloqueio da peroxidase endógena, trataram-se as lâminas em H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 20% diluído em metanol por 30 minutos em local escuro e temperatura ambiente e logo após, lavadas em PBS (tampão fosfato com pH 7,4).

Da mesma forma, foi feito o bloqueio dos sítios inespecíficos, necessário para que todos os sítios de ligação das células presentes no corte estivessem bloqueados fazendo com que o anticorpo primário apenas liga-se no seu antígeno por especificidade. Utilizou-se então uma solução de leite desnatado em pó 0,5% em água destilada, por 30 minutos na mesa agitadora.

Posteriormente, as lâminas foram incubadas com o anticorpo primário PCNA – *Anti-Proliferation Celular Nuclear* (Dako) diluído em tampão PBS no controle positivo e no negativo, apenas PBS adicionado ao Controle de Isotipo Anti-Mouse IgG Murine, em câmara úmida e escura em geladeira (4°C) *overnight*, com diluição de 1:25 foi a que se mostrou mais específica, utilizando-se 50 µL por corte.

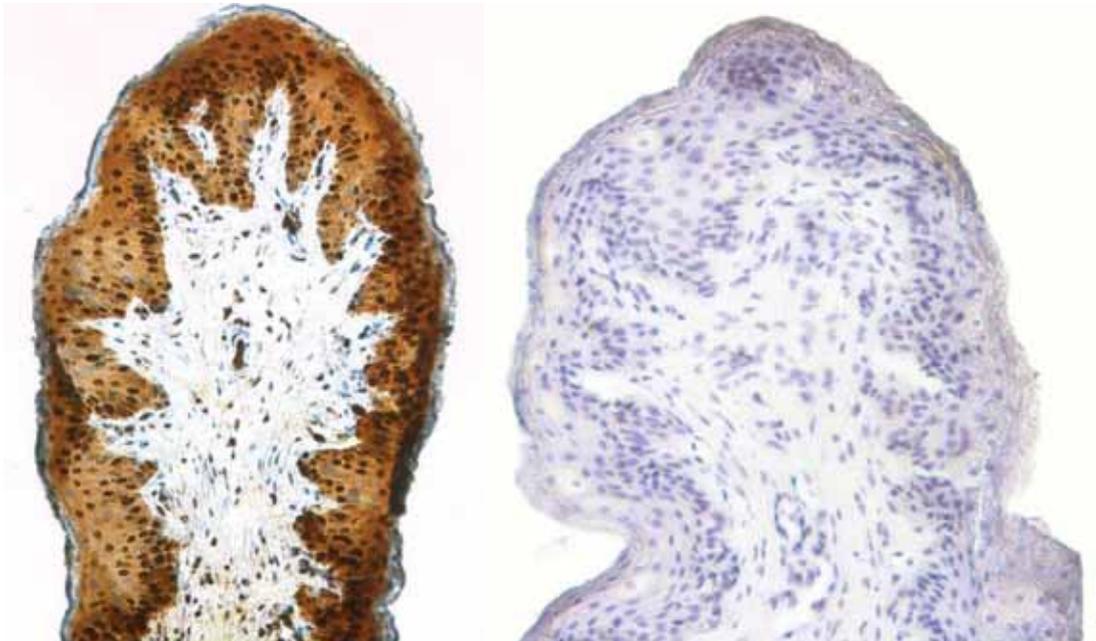
Após a lavagem com PBS de três repetições de 5 minutos, incubaram-se as lâminas com o anticorpo secundário Biotiniled Link (Dako) em câmara úmida e escura em geladeira (4°C) por 1 hora. Fez-se então outra lavagem com PBS de três repetições de 5 minutos e incubaram-se as lâminas com Streptavidin-HRP (Dako) em câmara úmida e escura em geladeira (4°C) por 1 hora. Lavou-se novamente com PBS de três repetições de 5 minutos.

Logo após, fez-se a revelação com o cromógeno diaminobenzidina (DAB) (Buffer substrate; Dako) em temperatura ambiente por 10 minutos, usando-se 100 µL por corte. Lavou-se rapidamente os cortes com água destilada para retirar o excesso da DAB.

Os cortes foram corados com Hematoxilina de Harris por 2 minutos, e houve a diferenciação do corante em água corrente por 1 minuto. Desidratou-se os cortes com

uma série de Álcoois (70%, 95%, 100% duas vezes) por 5 minutos, Xilol/Álcool por 5 minutos e Xilol I e II por 5 minutos cada, e montados com lamínula e resina.

Após esses procedimentos as lâminas foram montadas para posteriores análises Analisador de Imagens Leica Qwin, contido no microscópio eletrônico de luz Leica, tendo sido as imagens de cada corte captadas por uma microcâmera para posterior digitalização em aumento de 20x. Escolheu-se aleatoriamente quatro papilas de cada animal (sendo o valor final a média destas), foram contados todos os núcleos e quantificou-se os núcleos celulares em proliferação, chegando dessa forma ao índice de proliferação celular.



**Figura 6.** Papila ruminal em proliferação celular e seu negativo. Corada com a técnica de imuno-histoquímica. Os núcleos celulares marrons estão proliferando. Aumento de 20x.

### 3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Antes de se proceder as análises, os dados foram submetidos a testes de normalidade e de homogeneidade de variâncias. Os dados foram avaliados por análise de variância utilizando-se o PROC MIXED procedure do SAS (2003), com exceção dos dados ligados ao abscesso de fígado que foram analisados pelo PROC FREQ do SAS (2003) com teste de chi-quadrado. O modelo estatístico incluiu baía, bloco, protocolo, duração, fase e dias como variável fixa e bloco como variável aleatória. No caso de interações, foi utilizado o teste de Tukey para comparação entre médias. Foram considerados significativos valores de  $P < 0,05$ . Variáveis com valores de  $P$  entre 0,06 e 0,10 foram relatadas e discutidas devido à importância para os resultados desse trabalho.

Os dados referentes à digestibilidade da MS, amido, NDT e FDN, morfologia, histologia, índice de proliferação celular das papilas ruminais e índice de rumenite, os quais contaram com medidas repetidas no tempo, foram analisados de acordo com o modelo abaixo:

$$Y_{ijkl} = \mu + PA_i + DR_j + PA*DR_{ij} + \delta_{ijl} + F_k + F*PA_{ik} + F*DR_{jk} + F*PA*DR_{ijk} + e_{ijkl};$$

em que:  $Y_{ijkl}$  = observação relativa à l-ésima unidade experimental (baia), no i-ésimo protocolo de adaptação (**PA**), com j-ésima duração (**DR**) e na k-ésima fase de mensuração (**F**);  $\mu$  = média geral;  $PA_i$  = efeito do i-ésimo PA, sendo  $i = 1$ : escada e 2: restrição;  $DR_j$  = efeito da j-ésima duração dos protocolos de adaptação, sendo  $j = 1$ : 9 dias e 2: 14 dias;  $PA*DR_{ij}$  = efeito da interação entre o i-ésimo PA e a j-ésima DR;  $\delta_{ijl}$  é o erro experimental “a” associado à observação  $Y_{ijl}$  ( $0; \sigma^2_\delta$ );  $F_k$  = efeito da k-ésima fase de mensuração, sendo que para morfologia, histologia, índice de proliferação celular e índice de rumenite  $k = 1$ : final adaptação e 2: final da terminação; para digestibilidade da matéria seca, amido, NDT e FDN,  $k = 1$ : dia 5, 2: dia 10, 3: dia 15 e 4: dia 20 do período experimental;  $F*PA_{ik}$  = efeito da interação entre o i-ésimo PA e a k-ésima fase de mensuração;  $F*DR_{jk}$  = efeito da interação entre o j-ésimo DR e a k-ésima fase;  $F*PA*DR_{ijk}$  = efeito da interação entre o i-ésimo PA, a j-ésima duração dos protocolos de adaptação e a k-ésima fase;  $e_{ijkl}$  = erro experimental “b” associado à observação  $Y_{ijkl}$  ( $0; \sigma^2_e$ ).

As variáveis respostas analisadas pelo modelo foram submetidas a testes com diferentes estruturas de covariância: AR(1), ARH(1), ANTE(1), CS, CSH, TOEP, TOEPH, HF, UN, e UNR. A estrutura que rendeu o menor valor de AIC (*Akaike Bayesian Criterion*) para cada variável resposta foi escolhida para análise por acomodar melhor os dados.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Coeficiente de Digestibilidade da MS, amido, NDT e FDN no trato gastrointestinal

Os dados referentes ao coeficiente de digestibilidade da MS, do amido, do NDT e do FDN no trato gastrointestinal de bovinos Nelore confinados submetidos a duração de protocolos de adaptação às dietas com alta inclusão de concentrados encontram-se na Tabela 2.

**Tabela 2.** Teor de Coeficiente de Digestibilidade (CD, %) da matéria seca, do amido, nutrientes digestíveis totais e fibra em detergente neutro no trato gastrointestinal de bovinos Nelore confinados submetidos a duração de protocolos de adaptação às dietas com alta inclusão de concentrados.

Item	Protocolo (PRO)			Fases de mensuração (FASE)					Probabilidades (Valores de P <)							
	Restrição	Escadas	9 dias	Duração (DUR)			Dia 5	Dia 10	Dia 15	Dia 20	EPM <sup>f</sup>	PRO	DUR	FASE	INT <sup>g</sup>	
				14 dias	14 dias	14 dias										
<b>CD, %<sup>c</sup></b>																
<b>Matéria Seca</b>	70,26	72,24	70,61	71,88	66,54	67,51	77,81	73,12	0,67	0,03	0,12	0,01	v			
<b>Amido</b>	96,88	97,22	96,94	97,16	96,32	96,59	97,90	97,37	0,27	0,34	0,54	0,01	v			
<b>FDN<sup>d</sup></b>	57,20	41,17	46,52	51,84	39,73	45,29	61,5	50,21	1,16	0,01	0,01	0,01	v			
<b>NDT<sup>e</sup></b>	73,32	73,18	72,85	73,65	67,56	69,56	79,76	76,13	0,64	0,86	0,30	0,01	v			

<sup>a,b</sup> Médias na mesma linha com diferentes sobrescritos diferem (P<0,05).

<sup>c</sup> Coeficiente de Digestibilidade.

<sup>d</sup> Fibra em Detergente Neutro.

<sup>e</sup> Nutrientes Digestíveis Totais.

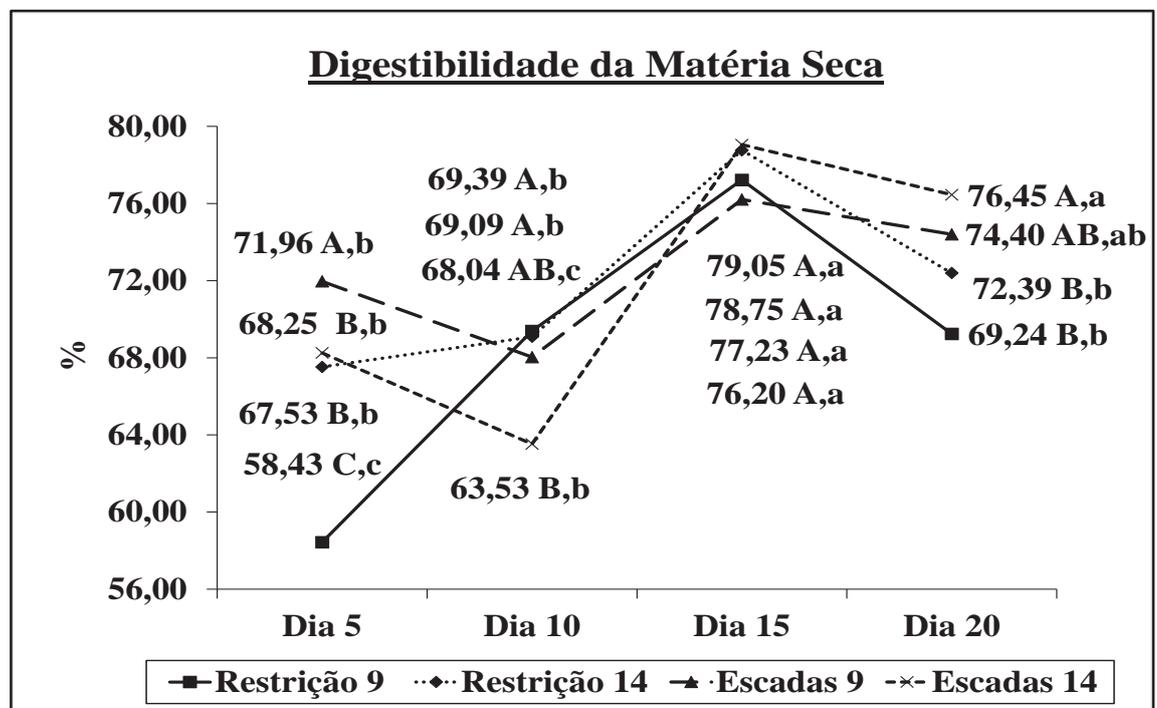
<sup>f</sup> Erro padrão médio.

<sup>g</sup> Interações: v = Interação entre protocolo, duração e dias.

Os dados referentes às interações são mostrados nas figuras 7, 8, 9 e 10.

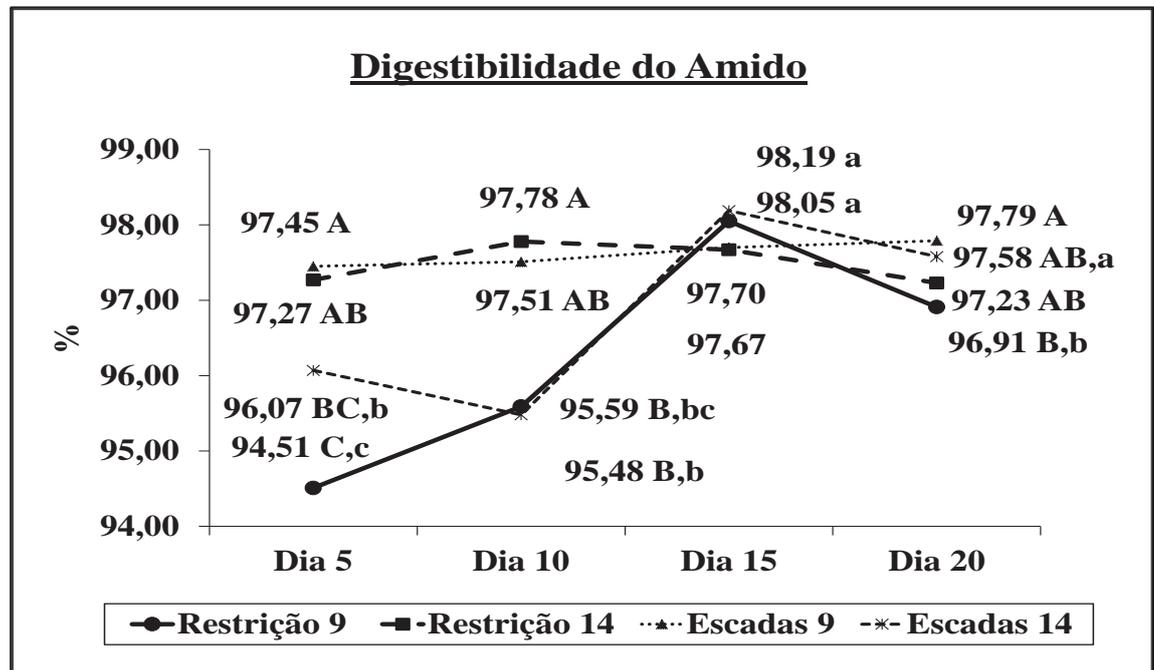
Foi observado interação entre protocolo, duração e fase para digestibilidade da MS ( $P=0.002$ ), amido ( $P=0.0047$ ), NDT ( $P=0,0003$ ) e FDN ( $P<.0001$ ) (Tabela 2).

Para a digestibilidade da MS (Figura 7), foi observado que os animais submetidos a duração de 14 dias obtiveram maiores coeficientes de digestibilidade no primeiro dia do período de terminação (Dia 15: escada por 14 dias = 79,05%; restrição por 14 dias = 78,75%) do que animais submetidos a duração de 9 dias no primeiro dia do período de terminação (Dia 10: escada por 9 dias = 68,04%; restrição por 9 dias = 69,39%). Ainda, no dia 15 foram obtidas as maiores médias e sem diferença ( $P>0,05$ ) significativa entre os tratamentos.



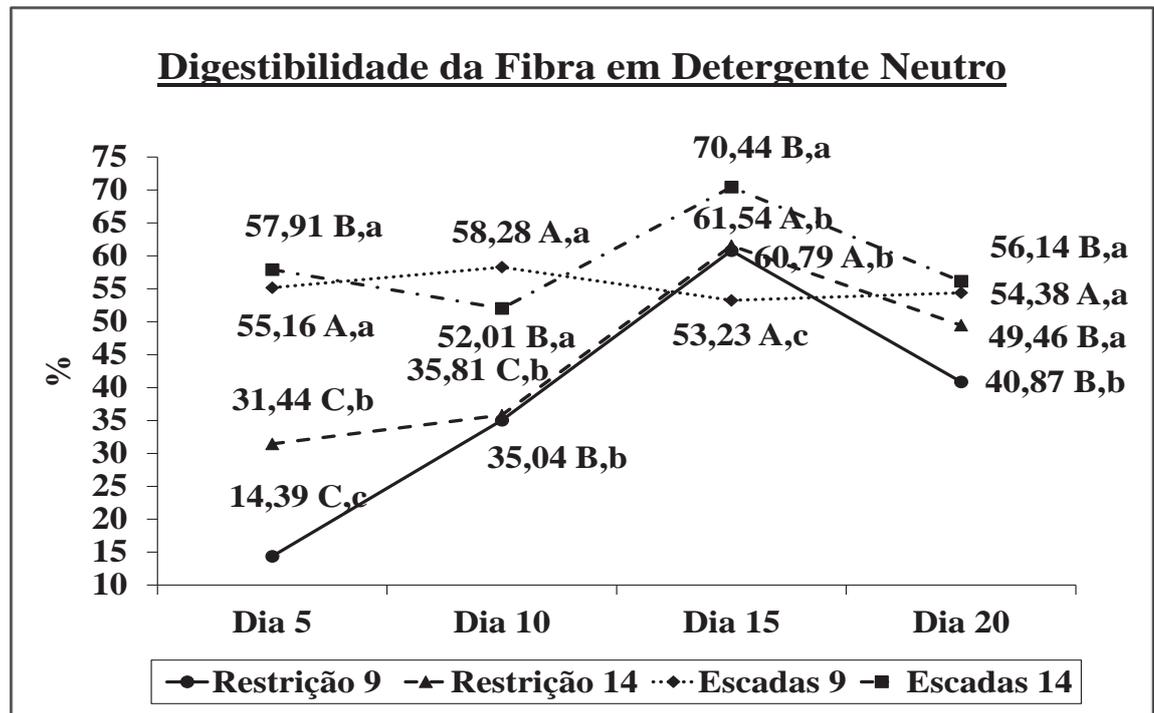
**Figura 7.** Interação entre protocolos (escada e restrição), duração (9 e 14 dias) e fase (dia 5, 10, 15 e 20) para digestibilidade da matéria seca da dieta. <sup>a,b,c</sup> Para os diferentes dias de coletas, médias com sobrescritos diferentes diferem ( $P<0,05$ ). <sup>A,B,C</sup> Para cada tratamento, médias com sobrescritos diferentes diferem ( $P<0,05$ ).

Em relação a digestibilidade do amido, não foi observado diferença ( $P>0,05$ ) significativa entre os animais submetidos ao protocolo de restrição por 14 dias e escadas por 9 dias ao longo dos dias de coleta. Porém, os animais submetidos ao protocolo de restrição por 9 dias e em escadas por 14 dias somente se mostraram aptos à digestão adequada do amido no dia 15 da coleta; dia no qual foram obtidas as maiores médias e sem diferença ( $P>0,05$ ) significativa entre os tratamentos.



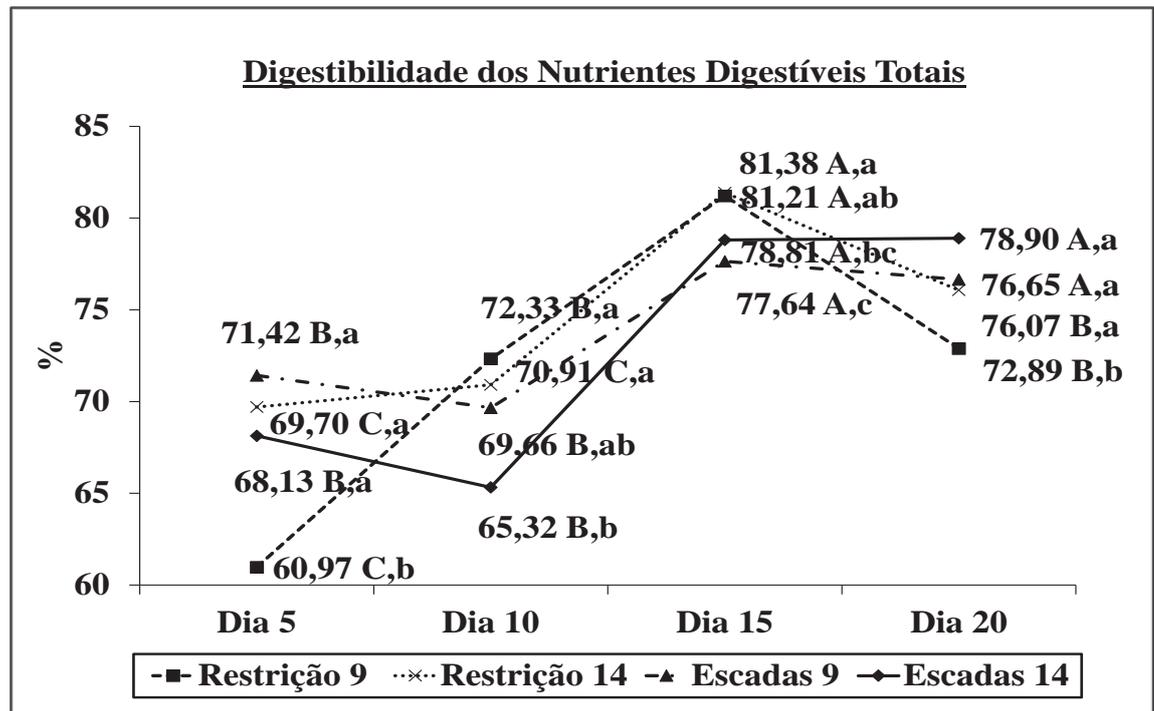
**Figura 8.** Interação entre protocolos (escada e restrição), duração (9 e 14 dias) e fase (dia 5, 10, 15 e 20) para digestibilidade do amido da dieta. <sup>a,b,c</sup> Para os diferentes dias de coletas, médias com sobrescritos diferentes diferem ( $P < 0,05$ ). <sup>A,B,C</sup> Para cada tratamento, médias com sobrescritos diferentes diferem ( $P < 0,05$ ).

Para variável FDN (Figura 9) foi observado no dia 5 e 10 que as menores médias são dos protocolos de restrição com duração de 9 e 14 dias (14,39 e 31,44; 35,04 e 35,81), e que diferem significativamente ( $P < 0,05$ ) das médias obtidas dos protocolos de escada em 9 e 14 (55,16 e 57,91; 58,28 e 52,01). Também foi observado que no dia 15 se encontram as maiores médias, no qual os animais do protocolo em escada por 14 dias (70,44) apresentaram o maior valor e com diferença ( $P < 0,05$ ) em relação aos demais tratamentos (53,23; 61,54 e 60,79; respectivamente). Ainda, foi observado que os tratamento de restrição em 9 e 14 dias (60,79 e 61,54) não apresentaram diferenças ( $P > 0,05$ ) entre eles, mas com diferenças ( $P < 0,05$ ) em relação ao tratamento em escadas por 9 dias (53,23). No dia 20 foi observado menor valor para o tratamento de restrição por 9 dias (40,87) e com diferença ( $P < 0,05$ ) dos demais tratamentos (56,14; 54,38 e 49,46; respectivamente).



**Figura 9.** Interação protocolo (restrição e escadas), duração (9 e 14 dias) e fase (dia 5, 10, 15 e 20) para digestibilidade da fibra em detergente neutro. <sup>A,B,C</sup> Médias com diferentes sobrescritos diferem entre as fases dentro de um mesmo tratamento ( $P < 0,05$ ). <sup>a,b,c</sup> Médias com diferentes sobrescritos diferem entre os tratamentos em uma mesma fase ( $P < 0,05$ ).

Em relação a variável NDT (Figura 10), foi observado novamente no dia 15 as maiores média de digestibilidade, sendo observado diferença ( $P < 0,05$ ) entre as médias dos animais do protocolo de restrição e escadas, sendo que os últimos apresentam as médias mais baixas (81,38 e 81,21; 77,64 e 78,81; respectivamente). No entanto, no dia 20, essa diferença desaparece sendo que estatisticamente somente o protocolo de restrição em 9 dias apresentou a menor média (72,89) em relação aos demais tratamentos (78,90; 76,65 e 76,07; respectivamente).



**Figura 10.** Interação protocolo (restrição e escadas), duração (9 e 14 dias) e fase (dia 5, 10, 15 e 20) para os nutrientes digestíveis totais. <sup>A,B,C</sup> Médias com diferentes sobrescritos diferem entre as fases dentro de um mesmo tratamento ( $P < 0,05$ ). <sup>a,b,c</sup> Médias com diferentes sobrescritos diferem entre os tratamentos em uma mesma fase ( $P < 0,05$ ).

#### 4.2 Índice de rumenite, morfologia das papilas ruminais e abscessos hepático

Os dados referentes ao índice de rumenite (IR), abscessos hepático (AH) e morfologia das papilas ruminais de bovinos Nelore confinados submetidos a duração de protocolos de adaptação às dietas com alta inclusão de concentrados encontram-se na Tabela 3.

**Tabela 3.** Índice de rumenite, morfologia das papilas ruminais, severidade e incidência de abscessos hepático de bovinos Nelore confinados submetidos a duração de protocolos de adaptação às dietas com alta inclusão de concentrados.

Item <sup>c</sup>	Protocolo (PRO)			Duração (DUR)			Fase de mensuração (FASE) <sup>d</sup>			Probabilidades (Valores de P <)			
	Restrição	Escadas		9 dias	14 dias		ADAP	TERM	EPM <sup>e</sup>	PRO	DUR	FASE	INT <sup>f</sup>
<b>IR</b>	0,55 <sup>a</sup>	0,94 <sup>b</sup>		0,93	0,56		0,50 <sup>b</sup>	0,98 <sup>a</sup>	0,20	0,08	0,58	<.0001	NS
<b>AMP/cm<sup>2</sup></b>	0,59 <sup>a</sup>	0,52 <sup>b</sup>		0,55	0,56		0,49 <sup>b</sup>	0,62 <sup>a</sup>	0,02	0,03	0,85	0,0007	NS
<b>ASA/cm<sup>2</sup></b>	28,45	27,22		26,38	29,29		22,94	32,73	1,25	0,49	0,11	<.0001	x,y
<b>NMP/cm<sup>2</sup></b>	48,91	51,69		47,45	53,15		46,81	53,79	2,34	0,41	0,10	0,03	x
<b>RPSA, %</b>	96,32	96,04		95,73	96,63		95,71	96,65	0,23	0,32	0,007	0,0013	x
<b>SAH</b>	0,167	0,104		0,125	0,146		0,000	0,135	0,412	0,89	0,92	0,98	NS
<b>IAH, %</b>	8,33	6,25		4,16	10,41		0,000	7,290	0,41	0,55	0,10	0,10	NS

<sup>a,b</sup> Médias na mesma linha com diferentes sobrescritos diferem (P<0,05).

<sup>c</sup> IR = Índice de Rumenite IR; AMP = área média das papilas por cm<sup>2</sup>; ASA = área de superfície de absorção do epitélio ruminal por cm<sup>2</sup>; NP = número médio de papilas por cm<sup>2</sup> de parede; RPSA = Representatividade das papilas na superfície absorptiva em %; SAH = severidade de abscessos hepático; IAH = incidência de abscessos hepático em %.

<sup>d</sup> Fase de mensuração: ADAP = adaptação; TERM = terminação.

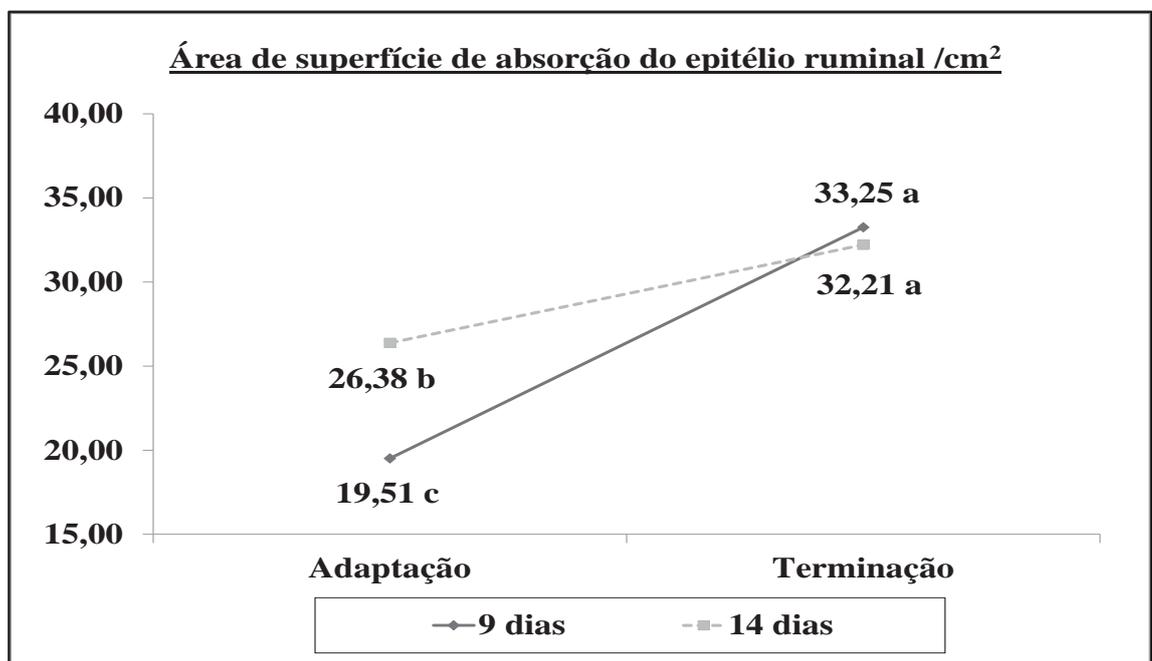
<sup>e</sup> Erro padrão médio.

<sup>f</sup> Interações: NS = Não significativo (P>0,05); x - Interação entre os efeitos de duração e fase; y - Interação entre os efeitos de protocolo e fase.

Os dados referentes às interações são mostrados nas figuras 11, 12, 13 e 14.

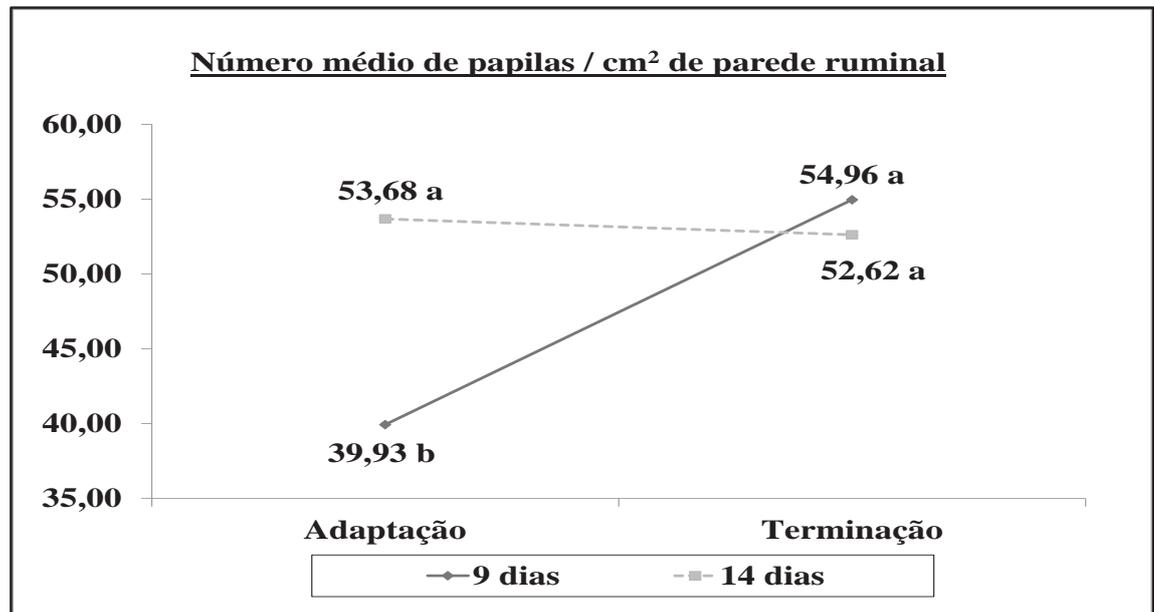
Observou-se interação entre duração dos protocolos de adaptação e fase de mensuração para ASA ( $P=0,0196$ ), NMP ( $P=0,0170$ ) e RPSA ( $P=0,0053$ ) (Tabela 3).

Para a ASA (Figura 11), os animais adaptados por 14 dias apresentaram maiores ( $P=0,0009$ ) valores no final da fase de adaptação (26,38) em relação aos adaptados por 9 dias (19,51). Contudo, ao final da fase de terminação não se observou ( $P>0,05$ ) diferença entre eles (32,21 vs. 33,25). Ainda, tanto os animais adaptados por 9 dias como os adaptados por 14 dias tiveram aumento significativo ( $P<0,05$ ) no valor da ASA do final da fase de adaptação para o final da fase de terminação (19,51 vs. 33,25; 26,38 vs. 32,21).

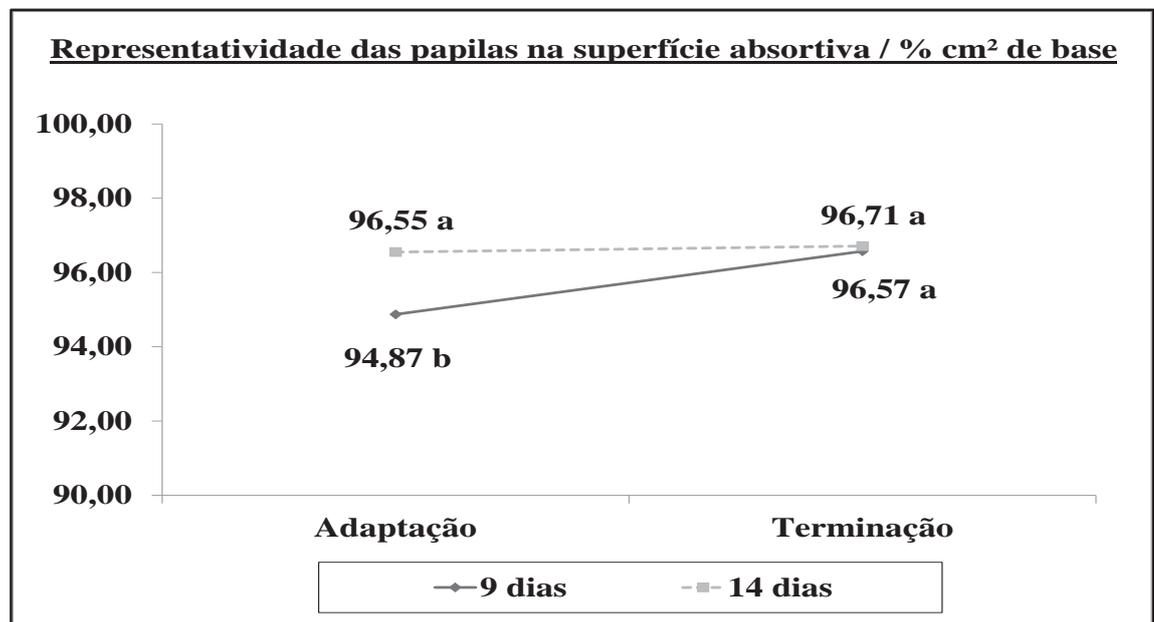


**Figura 11.** Interação entre duração dos protocolos de adaptação (9 e 14 dias) e fase de mensuração (adaptação e terminação) para área de superfície de absorção do epitélio ruminal por cm<sup>2</sup>. Médias com sobrescritos diferentes diferem ( $P<0,05$ ).

Em relação ao NMP (Figura 12) e RPSA (Figura 13), os animais adaptados por 14 dias apresentaram maiores ( $P<0,05$ ) valores no final da fase de adaptação em relação aos adaptados por 9 dias (53,68 vs. 39,93; 96,55 vs. 94,87). No entanto, ao final da fase de terminação não se observou diferença ( $P>0,05$ ) do NMP entre os animais adaptados por 9 e 14 dias (54,96 e 52,62), e nem entre RPSA (96,57 e 96,71). Ainda, foi observado aumento significativo ( $P<0,05$ ) apenas para animais adaptados por 9 dias quando comparou-se o final da fase de adaptação com o final da fase de terminação no NMP (39,93 vs. 54,96) e RPSA (94,87 vs. 96,57).



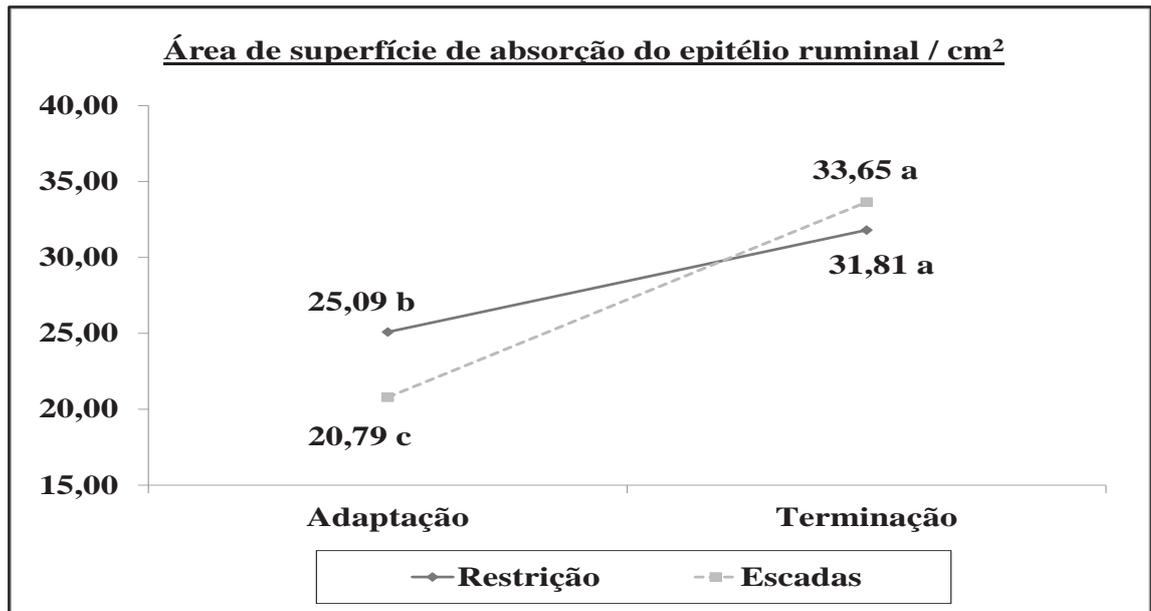
**Figura 12.** Interação entre duração dos protocolos de adaptação (9 e 14 dias) e fase de mensuração (adaptação e terminação) para número de papilas por cm<sup>2</sup> de parede ruminal. Médias com sobrescritos diferentes diferem ( $P < 0,05$ ).



**Figura 13.** Interação entre duração dos protocolos de adaptação (9 e 14 dias) e fase de mensuração (adaptação e terminação) para representatividade das papilas na superfície absorptiva, % por cm<sup>2</sup> de base. Médias com sobrescritos diferentes diferem ( $P < 0,05$ ).

Observou-se, também, interação ( $P = 0,0639$ ) entre protocolo de adaptação e fase de mensuração para ASA (Figura 14). Tanto os animais do protocolo de restrição como os em escadas, tiveram aumento significativo ( $P < 0,05$ ) no valor do final da fase de

adaptação para o final da fase de terminação (25,09 vs. 31,81; 20,79 vs. 33,65). Ainda, ao final da fase de adaptação foi observado maior ( $P=0,0263$ ) ASA para os animais do protocolo de restrição em relação aos animais do protocolo em escadas (25,09 vs. 20,79). Entretanto, ao final da fase de terminação não se observou diferença ( $P>0,05$ ) para animais do protocolo de restrição e em escadas (31,81 vs. 33,65).



**Figura 14.** Interação entre protocolo de adaptação (restrição e escadas) e fase de mensuração (adaptação e terminação) para área de superfície de absorção do epitélio ruminal por cm<sup>2</sup>. Médias com sobrescritos diferentes diferem ( $P<0,05$ ).

No IR, foi observado efeito principal ( $P=0,08$ ) de protocolo de adaptação, no qual animais do protocolo em escadas tiveram maior IR em comparação aos do protocolo de restrição (0,94 vs. 0,55). Ainda, foi observado efeito ( $P<0,0001$ ) de fase de mensuração, em que ao final da fase de terminação observou-se maior IR quando comparado ao final da fase de adaptação (0,98 vs. 0,50) (Tabela 3).

Na AMP, foi observado efeito principal ( $P=0,03$ ) de protocolo de adaptação, em que animais do protocolo de restrição apresentaram maior AMP quando comparados aos do protocolo em escadas (0,59 vs. 0,52). Também foi observado efeito ( $P=0,0007$ ) de fase de mensuração, no qual ao final da fase de terminação foi observado maior AMP quando comparado ao final da fase de adaptação (0,62 vs. 0,49) (Tabela 3).

Por fim, para a severidade e incidência de abscessos hepáticos não foi observado efeito principal ( $P>0,05$ ) de protocolo de adaptação e nem de duração dos mesmos. Também não foi observado efeito ( $P>0,05$ ) de fase de mensuração (Tabela 3).

### **4.3 Histologia e índice de proliferação celular das papilas do epitélio ruminal**

Os dados referentes à histologia e índice de proliferação celular (IPC) das papilas do epitélio ruminal de bovinos Nelore confinados submetidos a duração de protocolos de adaptação às dietas com alta inclusão de concentrados encontram-se na Tabela 4.

**Tabela 4.** Histologia e índice de proliferação celular do epitélio ruminal de bovinos Nelore confinados submetidos a duração de protocolos de adaptação às dietas com alta inclusão de concentrados.

Item <sup>c</sup>	Protocolo (PRO)			Duração (DUR)		Fase de mensuração (FASE) <sup>d</sup>			Probabilidades (Valores de P <)		
	Restrição	Escadas	9 dias	14 dias	ADAP	TERM	EPM <sup>e</sup>	PRO	DUR	FASE	INT <sup>f</sup>
APPR, mm	3,25	2,88	3,19	2,94	2,79 <sup>b</sup>	3,35 <sup>a</sup>	0,26	0,22	0,41	0,0024	NS
LP, mm	0,3636	0,4038	0,3831	0,3843	0,4334	0,3340	0,0200	0,21	0,97	0,0019	z
AP, $\mu\text{m}^2$	1436,88	1342,55	1390,60	1388,83	1407,06	1372,38	99,51	0,51	0,99	0,82	NS
EQP, $\mu\text{m}$	18,11	16,92	16,20	18,83	16,82	18,22	1,51	0,56	0,20	0,40	NS
IPC, %	69,87	67,84	70,69	67,01	72,84	64,86	1,35	0,18	0,0225	0,0009	x, w

<sup>a,b</sup> Médias na mesma linha com diferentes sobrescritos diferem ( $P < 0,05$ ).

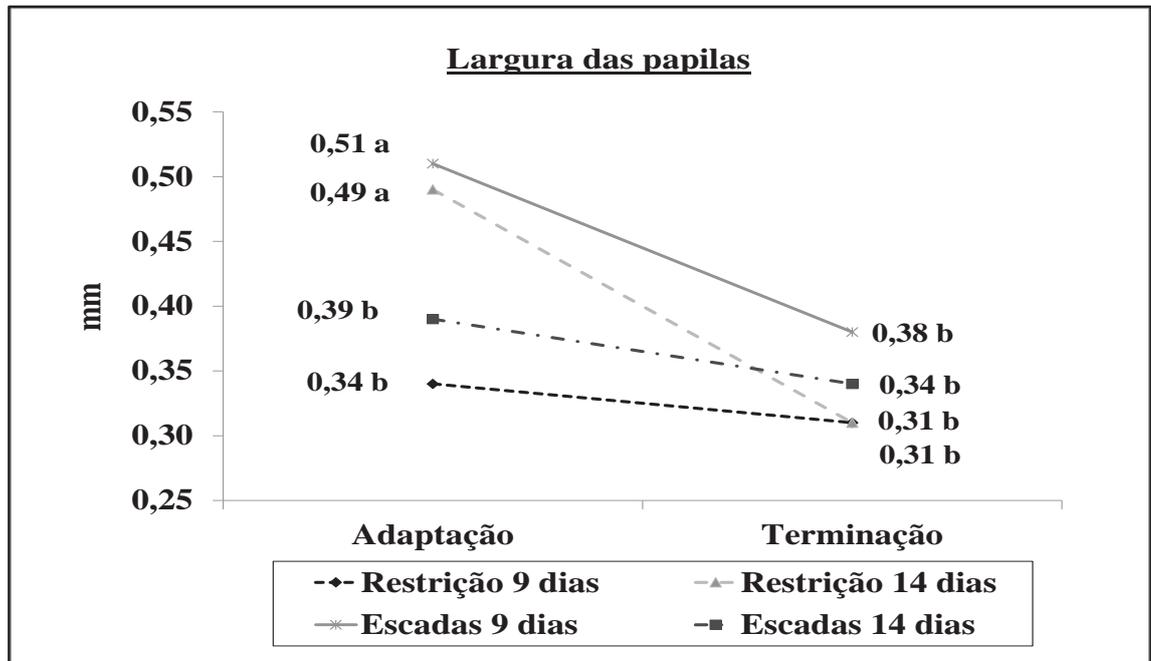
<sup>c</sup> APPR = altura das papilas da parede ruminal; LP = largura das papilas; AP = área das papilas; EQP = espessura de queratina das papilas; IPC = índice de proliferação celular.

<sup>d</sup> Fase de mensuração: ADAP = adaptação; TERM = terminação.

<sup>e</sup> Erro padrão médio.

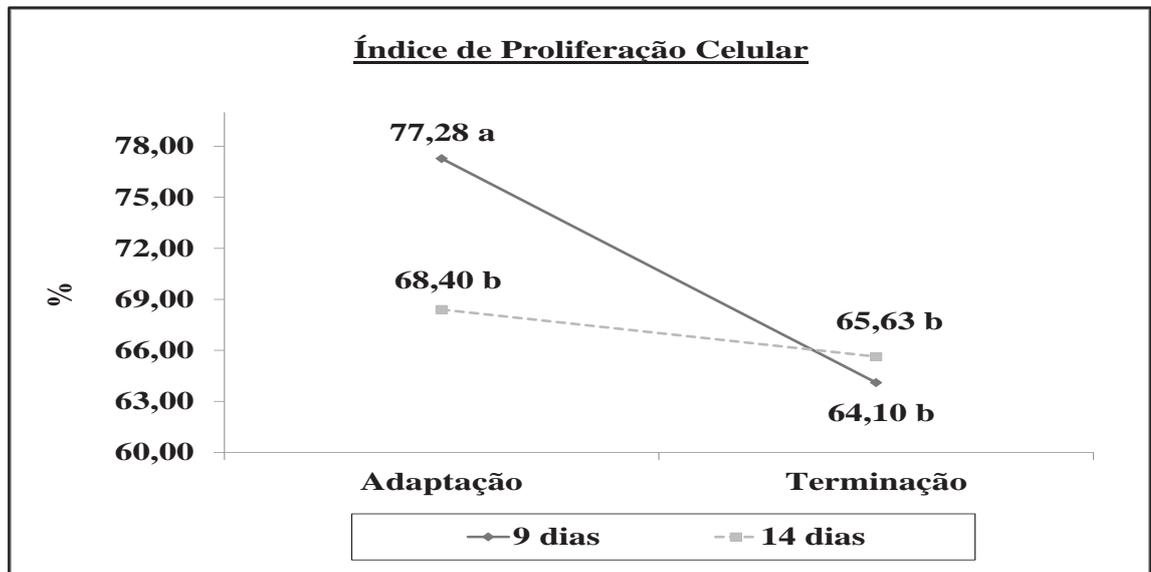
<sup>f</sup> Interações: NS = Não significativo ( $P > 0,05$ ); x = interação entre os efeitos de duração e fase, y = interação entre os efeitos de protocolo e fase, w = interação entre efeitos de protocolo e duração, z = interação entre protocolo, duração e fase. Os dados referentes às interações são mostrados nas figuras 15, 16 e 16.

Observou-se interação ( $P=0,046$ ) entre protocolo de adaptação, duração dos protocolos e fase de mensuração para LP (Figura 15), no qual os animais adaptados por 9 dias pelo protocolo em escadas e 14 dias pelo protocolo de restrição apresentaram maior ( $P<0,05$ ) LP (0,51mm e 0,49 mm) do que aqueles adaptados por 14 dias no protocolo em escadas (0,39 mm) e por 9 dias no protocolo de restrição (0,34 mm) ao final do período de adaptação. Ainda, os animais adaptados por 9 dias pelo protocolo em escadas e 14 dias pelo protocolo de restrição, apresentaram maior ( $P<0,05$ ) LP ao final do período de adaptação em relação ao final do período de terminação (0,51 mm vs. 0,38 mm; 0,49 mm vs. 0,31 mm). No entanto, ao final do período de terminação, não se observou diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos.



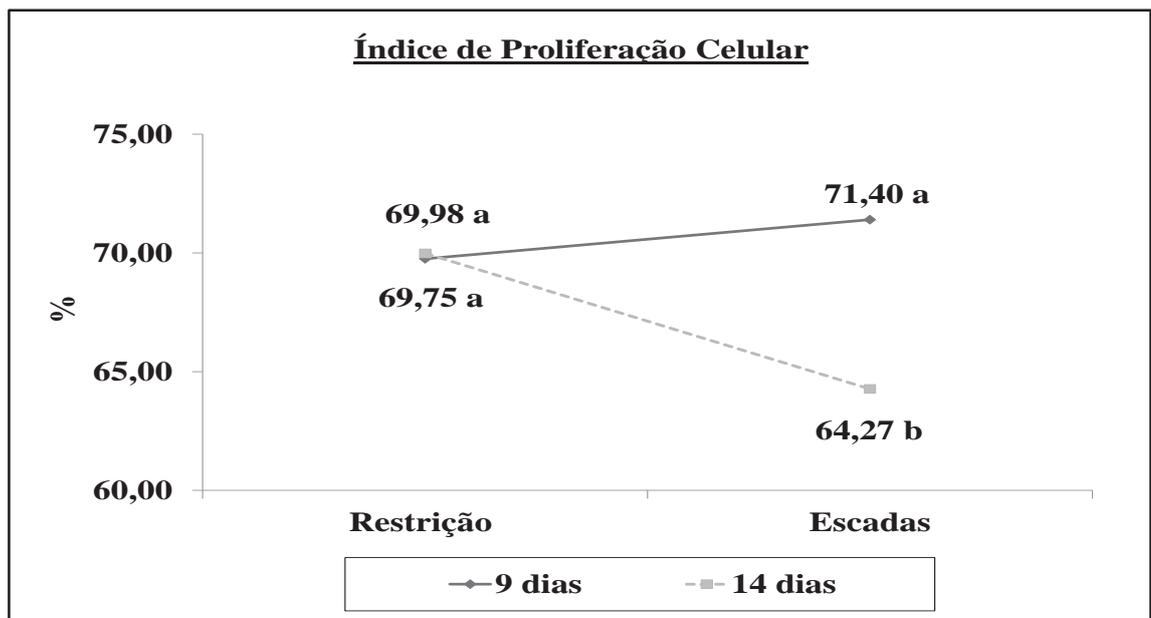
**Figura 15.** Interação entre protocolos de adaptação (restrição e escadas), duração dos protocolos de adaptação (9 e 14 dias) e fase de mensuração (adaptação e terminação) para largura de papilas. Médias com sobrescritos diferentes diferem ( $P<0,05$ ).

Observou-se interação ( $P=0,02$ ) entre duração dos protocolos de adaptação e fase de mensuração para o IPC (Figura 16), em que animais adaptados por 9 dias tiveram mais núcleos proliferando (77,28%) do que animais adaptados por 14 dias (68,40%) ao final do período de adaptação. Além disso, os animais adaptados por 9 dias apresentaram mais núcleos proliferando ( $P<0,05$ ) ao final do período de adaptação em relação ao final do período de terminação (77,28% vs. 64,10%). Contudo, ao final da fase de terminação não foi observado ( $P>0,05$ ) diferença entre eles (64,10% vs. 65,63%).



**Figura 16.** Interação entre duração dos protocolos de adaptação (9 e 14 dias) e fase de mensuração (adaptação e terminação) para índice de proliferação celular. Médias com sobrescritos diferentes diferem ( $P < 0,05$ ).

Ainda, para o IPC, foi observado interação entre protocolo e duração de adaptação ( $P = 0,03$ ), em que animais do protocolo em escadas por 14 dias tiveram menor proporção de núcleos proliferando (64,27%) em relação aos do protocolo em escadas por 9 dias e aos de restrição por 9 e 14 dias (71,40%, 69,75% e 69,98 %; respectivamente) (Figura 17).



**Figura 17.** Interação entre protocolos de adaptação (restrição e escadas) e duração dos mesmos (9 e 14 dias) para índice de proliferação celular. Médias com sobrescritos diferentes diferem ( $P < 0,05$ ).

Na APPR, foi observado efeito ( $P=0,0024$ ) de fase de mensuração, em que a fase de terminação apresentou maior APPR em relação a fase de adaptação (3,35 mm vs. 2,79 mm) (Tabela 4).

Para a AP e EQP, não foi observado efeito principal ( $P>0,05$ ) de protocolo de adaptação e nem de duração dos mesmos. Também não foi observado efeito ( $P>0,05$ ) de fase de mensuração (Tabela 4).

## 5. DISCUSSÃO

Durante a adaptação às dietas com alto teor de concentrado, ocorreram mudanças no ambiente ruminal, com alterações da morfologia das papilas, constatado pelos maiores valores de ASA, NMP e RPSA para animais adaptados em 14 dias em relação aos adaptados em 9 dias ao final da fase de adaptação (Figuras 11, 12 e 13), provavelmente devido ao período para o desenvolvimento das papilas ter sido maior, uma vez que, segundo a literatura, a microbiota leva 3 dias para adaptar-se a uma nova dieta e o epitélio ruminal de 5 a 7 dias. Porém, tais valores se igualaram no final da fase de terminação, o que mostra que o menor tempo de adaptação (9 dias) realmente influenciou no desenvolvimento das papilas, como pode ser evidenciado pelo IPC, em que animais adaptados em 9 dias tiveram mais núcleos proliferando (Figura 16), ou seja, ainda estavam em adaptação. No entanto, após 14 dias de adaptação, o epitélio ruminal estava totalmente adaptado, já que a renovação se encontrou estabilizada entre as fases (adaptação e terminação) na duração de 14 dias. Da mesma forma, observou-se que animais submetidos ao protocolo em escadas por 14 dias tiveram menor proporção de núcleos proliferando em relação aos demais (Figura 17) e ainda, com LP inalterada entre fase da adaptação e terminação (Figura 15), outra variável que tem sido usada para expressar a atividade proliferativa do epitélio ruminal, o que leva à inferência de que esses animais adaptaram-se mais rapidamente.

Além disso, quando comparou-se os valores da digestibilidade da MS, amido, NDT e FDN (Figuras 7, 8, 9 e 10) no primeiro dia de fornecimento à vontade da ração de terminação, ou seja, 10º dia para animais adaptados por 9 dias e 15º dia para animais adaptados por 14 dias, animais que foram adaptados por 14 dias apresentaram maior digestibilidade e, ainda, com maiores médias nesse dia, indicando que os protocolos com duração de 14 dias se mostram mais adequados para que os animais aproveitem com máxima eficiência a dieta fornecida. Dessa maneira, a duração de 9 dias não teve o tempo

necessário para que a microbiota e o epitélio ruminal se adaptassem a ponto de apresentarem estabilidade na digestibilidade e absorção dos AGCC. Assim, os menores valores de ASA, NMP e RPSA dos animais adaptados por 9 dias ao final da fase de adaptação corrobora com os dados de digestibilidade. A menor digestibilidade no rúmen gera menor produção de AGCC, principalmente propionato, cujo papel é fundamental no desenvolvimento das papilas ruminais (Costa et al., 2008).

Logo, os maiores valores de AMP e APPR encontrados na fase de terminação e de AMP para os animais do protocolo de restrição (Tabela 3 e 4) podem ser atribuídos ao consumo de maior teor de ingredientes concentrados, já que esses animais desde o início do experimento começaram numa dieta de 85% de concentrado, enquanto que os animais do protocolo em escadas começaram numa dieta de 55% de concentrado e durante toda a adaptação estiveram com dietas com menor teor de concentrado (65 e 75%), tendo essa mesma diferença de concentrado entre as fases; assim favoreceram as bactérias fermentadoras de carboidratos não estruturais, que produzem propionato, um dos principais AGCC responsável pelo crescimento das papilas como já mencionando. Desse modo, a proliferação epitelial depende da densidade da energia da dieta e da taxa no aumento da fermentabilidade nas dietas subsequentes (Bannink et al., 2008).

Segundo Melo et al. (2013), a ASA é a variável morfométrica mais correlacionada à velocidade de absorção dos AGCC. Como foi encontrado que o protocolo de restrição obteve maior ASA ao final do período da adaptação (Figura 14), provavelmente foi um dos fatores que contribuíram para melhor EA e CA (dados do primeiro capítulo). Sendo assim, a transição alimentar de dietas bases para dietas de terminação em bovinos confinados provoca a adaptação epitelial, envolvendo adaptações morfológicas e histológicas associadas com a proliferação celular (Gäbel e Aschenbach, 2007).

Outra variável importante para se aumentar a capacidade absorptiva do epitélio ruminal é a AP, e com isso, evitar quadros de acidificação e possíveis lesões às papilas. Por outro lado, a maior acidificação do meio ruminal promove a queratinização das papilas, o que pode acabar dificultando a absorção dos AGCC. Dessa forma, como não foram observadas alterações na AP e EQP (Tabela 4), de acordo com os protocolos e durações de adaptação propostos, conclui-se que não ocorreu acidificação de meio ruminal, justamente por também ter sido encontrado baixo IR e AH. Embora tenha sido encontrado maior IR para os animais do protocolo em escadas e no final da fase da

terminação, as diferenças observadas são consideradas baixas, não ultrapassando 0,98 pontos, estando de acordo com o achado por Parra et al. (2011). Pacheco et al. (2012), trabalhando com animais confinados com alta inclusão de concentrados, concluíram que o GPD não é afetado quando o IR é de até 4,0 pontos. Portanto, o baixo IR contribui para os poucos AH achados nesse estudo, como o encontrado por Vechiato et al. (2011), que observou 11,88% de lesões na parede ruminal de bovinos terminados em confinamento e apenas 2,54% de AH no Brasil. Dessa maneira, a chance de ocorrer maior quantidade de AH e conseqüentemente maior severidade se reduziu consideravelmente.

Desse modo, foi possível observar melhores resultados para animais adaptados com duração de 14 dias, independente do protocolo utilizado, uma vez que, pelos dados de digestibilidade se mostrarem melhores no dia 15, justifica os melhores resultados apresentados na morfologia e IPC das papilas do epitélio ruminal. Todavia, vale ressaltar que tais resultados não foram suficientes para desencadear melhora no desempenho e características de carcaça dos animais adaptados em 14 dias. É certo que, dentro de um sistema de produção, nenhum fator atua sozinho. Por isso, o conjunto de fatores ganha força na contribuição dos resultados.

## 6. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados, bovinos Nelore podem ser adaptados em ambos protocolos (escadas ou restrição) e 14 dias de duração.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, L. S. 2002. Morphological markers in rumen papillae of cattle and sheep. Master's degree Thesis. Univ. Federal de Lavras, Lavras, Brazil.
- Ankom Technology. 2002. Method for Determining Acid Detergent Lignin in Beakers. Ankom Technology, Macedon, NY. [http://www.ankom.com/media/documents/Method\\_12\\_ADF\\_%20Method\\_A2000\\_Rev\\_%20E\\_4-13\\_11.pdf](http://www.ankom.com/media/documents/Method_12_ADF_%20Method_A2000_Rev_%20E_4-13_11.pdf) (Accessed June 1, 2012.)
- ANUALPEC. 2012. Anuário da Pecuária Brasileira. 1st ed. Instituto FNP and Agra FNP Pesquisas Ltda, São Paulo, Brasil.
- AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington, VA.
- ASSOCON. 2006. Associação Nacional dos Confinadores. Confinamento Brasileiro. <http://people.ufpr.br/~freitasjaf/artigos/confinamentobrasfeicorte.pdf>. (Accessed 26 July 2012.)
- Bannink, A., J. France, S. Lopez, W. J. J. Gerrits, E. Kebreab, S. Tamminga, and J. Dijkstra. 2008. Modeling the implications of feeding strategy on rumen fermentation and functioning of the rumen wall. *Anim. Feed Sci. Technol.* 143:3-26.

- Bateman, J. V. 1970. Nutricion Animal. Manual de Métodos Analíticos. Herrero Hermanos Sucesores S.A., Ciudad de México, México.
- 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., and D. D. Millen. 2009. Protocolos para adaptar bovinos confinados a dietas de alto concentrado. In: *Proc. 2nd. Int. Symposium on Ruminant Nutrition: Recent advances in the nutrition of feedlot cattle.* Sao Paulo State Univ., Botucatu, Brazil. p. 2-22
- Caetano, M. 2008. Studies of starch losses in Brazilian feedlots and use of fecal starch as a management tool for feedlot cattle. Master's degree Thesis. Univ. de Sao Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, Brazil.
- Costa S. F. 2003. Morphological changes induced by butyrate, propionate and lactate on calf ruminal mucosa and epidermis. PhD Diss. Univ. Federal de Lavras, Lavras, Brazil.
- Costa, S. F., M. N. Pereira, L. Q. Melo, J. C. Resende, and M. L. Chaves. 2008. Lactate, propionate and, butyrate induced morphological alterations on calf ruminal mucosa and epidermis–II. Histological aspects. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 60:10–18.
- Daniel, J. L. P., J. C. Resende Júnior, and F. J. Cruz. 2006. Ruminoreticulum and omasum participation the bovine total absorptive surface. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.* 43:688-694.
- Gäbel, G., and J. R. Aschenbach. 2007. SCFA, protons and ruminal epithelium: The good, the bad, the barrier. Page 291 in *Production Diseases in Farm Animals.* M. Füll, ed. Universität Leipzig, Leipzig, Germany.
- Goering, H. K., and P. J. Van Soest. 1970. Forage Fiber Analyses (Apparatus, Reagents, Procedures, and Some Applications). *Agric. Handbook No. 379.* ARS-USDA, Washington, DC.
- Graner, C. A. F. 1972. Chromium determination by colorimetric method of  $\sigma$ -difenilcarbazide. PhD Diss. Sao Paulo State University, Sao Paulo, Brazil.
- Hendrix, D. L. 1993. Rapid extraction and analyses of nonstructural carbohydrates in plant tissues. *Crop Sci.* 33:1306–1311.
- 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.
- 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.
- Oliveira, C. A., and D. D. Millen. 2011. Survey of nutritional recommendations and management practices used by Brazilian feedlot consulting nutritionists: General information and adaptation. *Braz. J. Anim. Sci.* 41:3.
- Pacheco, R. D. L., D. D. Millen, N. DiLorenzo, C. L. Martins, C.T. Marino, M. V. Fossa, S. L. Beier, A. DiCostanzo, P. H. M. Rodrigues, and M. D. B. Arrigoni. 2012. Effects of feeding a multivalent polyclonal antibody preparation on feedlot performance, carcass characteristics, rumenitis and blood gas profile in *Bos indicus* biotype yearling bulls. *J. Anim. Sci.* 90:1898-1909.
- Parra, F. S., J. R. Ronchesel, M. D. B. Arrigoni, C. L. Martins, D. D. Millen, R. D. L. Pacheco, R. S. Barducci, L. M. N. Sarti, L. C. Vieira Júnior, M. C. S. Franzói, R.

- Espigolan, J. M. P. Silva, D. Setten, F. P. Luiz, and E. A. C. Filho. 2011. Effects of restricted versus conventional dietary adaptation over periods of 14 and 21 days on rumen papillae of feedlot Nellore cattle. *J. Anim. Sci.* 89(Suppl. 1):616. (Abstr.)
- Pereira, J. R. A., and P. Rossi Jr. 1995. *Practical Manual of Feed-stuffs Nutritional Evaluation*. 1st ed. FEALQ, Piracicaba, São Paulo, Brazil.
- Resende Júnior, J. C., L. S. Alonso, M. N. Pereira, M. G. M. Roca, M. V. Duboc, E. C. Oliveira, and L. Q. Melo. 2006. Effect of the feeding pattern on rumen wall morphology of cows and sheep. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.* 43:526-536.
- SAS Institute. 2003. *SAS User's Guide: Statistics, Release 9.1*. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Silva, D. J., and A. C. Queiroz. 2002. *Análise de alimentos (metodos quimicos e biológicos)*. 3rd ed. UFV, Vicososa, Minas Gerais, Brazil.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583–3597.
- Vecchiatto, T. A. F., W. Maschio, L. C. Bom, P. D. Lopes, and E. L. Ortolani. 2011. Retrospective study of liver abscesses in beef cattle slaughtered in a Brazilian abattoir. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.* 48:384-391.

## **CAPÍTULO 4**

## IMPLICAÇÕES

Frente aos resultados e conclusões apresentados neste estudo, cabe ao técnico, diante do cenário da propriedade, a decisão de qual protocolo utilizar. O protocolo de restrição se mostrou eficiente para melhorar a eficiência alimentar e reduzir o custo do ganho. Do ponto de vista operacional, pode ser vantajoso, pois simplifica o trato e reduz desperdícios de comida. No entanto, são necessários ajustes para aplicação em confinamentos comerciais, uma vez que 53,3% do manejo de distribuição de ração em confinamentos brasileiros não são controlados. Por outro lado, se o confinamento possuir excelente manejo de cocho e distribuição de ração, com controle diário do consumo de matéria seca por baia, pode-se recomendar tal protocolo. Em contrapartida, numa situação como descrita primeiramente, fica mais seguro a utilização do protocolo em escadas, e o resultado final, valor pago ao produtor por produção de carcaça, será o mesmo entre ambos protocolos. Outro ponto a ser observado é o peso de entrada dos animais no confinamento. Se forem muito leves é recomendado usar protocolo em escadas, já que possivelmente terá dieta de crescimento, e, assim, evita-se achatar a curva de crescimento.

Em relação à duração de adaptação, bovinos Nelore podem ser adaptados em 9 dias sem afetar a eficiência de produção, porém, o manejo alimentar precisa ser corretamente realizado, pois os animais se encontram em pleno desenvolvimento papilar, no qual a adaptação dos microrganismos e do epitélio não se convergiram ao ponto de permitir o máximo aproveitamento da dieta e absorção dos ácidos graxos de cadeia curta, quando comparados àqueles adaptados por 14 dias.

Além disso, os resultados sugerem que os bovinos Nelore podem ser desafiados com maiores proporções de concentrado (energia), justamente por terem apresentado baixos índices de rumenite, severidade e incidência de abscessos hepático, e, ainda, com ingredientes e processamento mais usados no campo. Dessa maneira, podem ser geradas informações mais próximas da realidade do Brasil.

Como continuidade para avanços no tema, é importante serem realizados estudos de protocolos de adaptação associados com manejo alimentar e aditivos alimentares, os quais podem contribuir para novos achados. Ainda, apesar do avanço anatomo-fisiológico em relação a histologia e proliferação celular das papilas do epitélio ruminal, são necessários progressos. Recentes estudos mostram que é necessário determinar a base molecular para melhor entender a proliferação epitelial durante adaptação de bovinos. Desse modo, será

possível encontrar os transportadores que podem ter um papel importante na absorção de ácidos graxos de cadeia curta, se esses têm função na regulação da expressão do transportador e quais contribuem com impacto positivo no sistema de produção.

Por fim, perante os experimentos conduzidos, das informações geradas e das implicações apresentadas, fica claro que aprofundamentos se tornam necessários nessa linha de pesquisa que se abre, uma vez que, mesmo com a duração da adaptação sendo apenas uma pequena porção do período total de alimentação, adaptar bovinos de forma errônea pode trazer consequências adversas a longo prazo e aumentar o custo de produção. Assim, a busca por meio de técnicas inovadoras e soluções eficientes podem trazer efetiva contribuição na evolução dos confinamentos brasileiros.