

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIA E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA**

**EFEITO DE DIFERENTES TIPOS DE DIETAS NO PERÍODO DE
PRÉ-ADAPTAÇÃO SOBRE O COMPORTAMENTO INGESTIVO E
APROVEITAMENTO DE NUTRIENTES EM BOVINOS NELORE**

Gustavo Perina Bertoldi

Zootecnista

2018

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIA E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA**

**EFEITO DE DIFERENTES TIPOS DE DIETAS NO PERÍODO DE
PRÉ-ADAPTAÇÃO SOBRE O COMPORTAMENTO INGESTIVO E
APROVEITAMENTO DE NUTRIENTES EM BOVINOS NELORE**

Gustavo Perina Bertoldi

Orientador: **Prof. Dr. Danilo Domingues Millen**

Co-orientadora: **Profa. Dra. Leda Gobbo de Freitas**

Bueno

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas (FCAT) – Unesp, Campus de Dracena-SP, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Animal.

2018

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvida pela Seção Técnica de Biblioteca e Documentação
Campus de Dracena

B546e

Bertoldi, Gustavo Perina.

Efeito de diferentes tipos de dietas no período de pré-adaptação sobre o comportamento ingestivo e aproveitamento de nutrientes em bovinos Nelore / Gustavo Perina Bertoldi. -- Dracena: [s.n.], 2018.

66 f. : il.


Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp). Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena. Área do conhecimento: Produção Animal, 2018.

Orientador: Danilo Domingues Millen

Co-orientadora: Leda Gobbo de Freitas Bueno

Inclui bibliografia.

1. Metabolismo. 2. Rúmen. 3. Confinamento. 4. Nelore. 5. Acidose. 6. Nutrição de bovinos. I. Título.



Bibliotecário Fábio Sampaio Rosas
CRB 8/6665

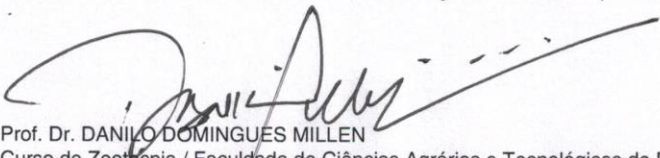
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Efeito da restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados sobre a dinâmica ruminal, digestibilidade e degradabilidade dos nutrientes em bovinos nelore fistulados confinados

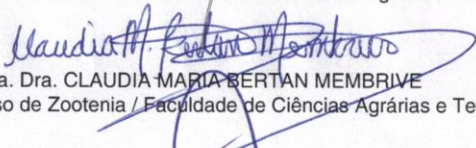
AUTOR: GUSTAVO PERINA BERTOLDI

ORIENTADOR: DANILO DOMINGUES MILLEN

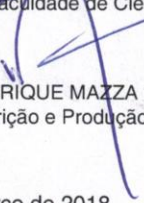
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em CIÊNCIA E TECNOLOGIA ANIMAL, área: PRODUÇÃO ANIMAL pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. DANILO DOMINGUES MILLEN
Curso de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena



Profa. Dra. CLAUDIA MARIA BERTAN MEMBRIVE
Curso de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena



Prof. Dr. PAULO HENRIQUE MAZZA RODRIGUES
Departamento de Nutrição e Produção Animal / Universidade de São Paulo - USP

Dracena, 07 de março de 2018

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Gustavo Perina Bertoldi, nascido na cidade de Jaboticabal-SP, no dia 30 de dezembro de 1992. Coursou o ensino médio no Colégio Técnico Agrícola José Bonifácio, na cidade de Jaboticabal formando como Técnico Agropecuário em 2011. Em agosto de 2011, iniciou sua graduação em Zootecnia, pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Dracena, concluída em dezembro de 2015. Em março de 2016, iniciou o curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal no programa interunidades dos campi de Ilha Solteira e Dracena da Unesp. E em março de 2018 submeteu sua dissertação para sua defesa e obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Animal.

EPÍGRAFE

"É mais fácil obter o que se deseja com um sorriso do que à ponta da espada"

William Shakespeare

"A persistência é o caminho do êxito"

Charles Chaplin

DEDICATÓRIA

Ao meu pai, José Luciano, por todo apoio financeiro, carinho, dedicação, amizade e por sempre acreditar em mim. Por ser o meu exemplo de PAI, família, coração e o homem que o senhor é. Te amo.

À minha mãe, Neliana, que sempre foi tão compreensiva, carinhosa, que me incentivava em todos os momentos, nunca me deixou desistir. Muito batalhadora, guerreira, amiga, conselheira. Só uma palavra que a define: MÃE. Te amo.

AGRADECIMENTOS

Te agradeço, meu Deus, por todas as bênçãos que já recebi e irei receber, pois sei que nunca me abandonarás!

Aos meus pais, Neliana e José Luciano, vocês são a razão do meu viver, meu amor, minha esperança, minha alegria, meus caminhos e ensinamentos. Nunca mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida. Se um dia for metade das pessoas que vocês são, eu estarei lisonjeado, grato e satisfeito. Cheguei onde eu queria. Amo muito vocês.

Ao meu irmão Gabriel e toda minha família PERINA BERTOLDI, por todo apoio, carinho, amor e alegria que vocês me fornecem. Pelos momentos inesquecíveis de família, mesmo as vezes estando longe, sempre estaremos juntos. Amo todos vocês.

À minha namorada Carol, primeiramente, por tudo que você é e quero que sempre continue assim, esforçada, dedicada e buscando aprender mais e mais. Obrigado por ser minha parceira em todas as horas. Por ter dividido esse experimento e apesar de tudo estamos juntos. Um beijo no coração.

Ao meu amigo e orientador Danilo Domingues Millen, agradeço pela confiança, incentivo, orientações, amizade e oportunidades que juntos criamos. A oportunidade de realizar o mestrado e por toda minha história acadêmica. Obrigado por tudo sempre! Um abraço.

À minha co-orientadora Profa. Dra. Leda Gobbo de Freitas Bueno pelo auxílio e prestatividade durante o desenvolvimento do experimento.

À equipe “Até quando durar...” que foram nossos braços direitos, esquerdos e pernas. Sem vocês não seria possível a condução desse experimento! Um abraço apertado em cada um de vocês pelo meus sinceros agradecimentos (Tonho, Hebe, Mari, K-stiga, Broxa, Jersey, Pikachu e Seringueira).

Ao Prof. Dr. Paulo Henrique Mazza Rodrigues e toda sua equipe, ao Flávio Perna Júnior que me ajudou nas análises realizadas em Pirassununga. Obrigado por tudo.

À equipe Millen et al.; Murillo (Aids), André (Bugrão), Daniel (Dunha), Daniela, Carol (Capada), Antônio (Tonho), Mariana, Laís (Hebe), Beatriz (Cebolinha), Eduardo (Zigoto), Sophia (Piroca), Evandro (K-stiga), Breno (Broxa), Luana (Jersey), Beatriz (Pikachu), Lucas (Seringueiro), Ana Laura, Osvaldo (Torto), Pedro (Cid), Alice (Xoxota) e Ariane. Obrigada pelo apoio sempre, pelas ajudas em cada coleta, e por todos esses anos de convivência.

À todos auxiliares de campo da Unesp Dracena-FCAT (Fernando, Alan, Adriano, João Paulo, Fábio, Zé Nilton, Arnaldo e Adriano Lima) que ajudaram e permitiram que esse experimento pudesse ser executado.

À banca examinadora do meu exame de qualificação, Profa. Dra. Claudia Maria Bertan Membrive e à Profa. Dra. Cristiana Andrighetto pela enorme contribuição na dissertação, permitindo a melhora desse trabalho.

À República Boi Gordo, “Parceria forte, amizade eterna”.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela bolsa de mestrado (processo nº 2016/02173-8), que foi fundamental para todo o desenvolvimento do meu mestrado.

À todos que não foram aqui citados e que de alguma forma contribuíram para a realização dessa pesquisa.

Certificado da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA)



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Dracena



Comissão de Ética no Uso de Animais

Certificado

Certificamos que a proposta intitulada "Dinâmica Ruminal, Digestibilidade e Degradabilidade dos Nutrientes, e Termografia Durante a Adaptação a Dietas de Alta Energia de Bovinos Nelore Canulados Submetidos Previamente a Restrição Nutricional ou Consumo de Ingredientes Concentrados (Ruminal Dynamics, Nutrients Degradability and Digestibility, and Infra Red Thermography During Adaptation to High-Energy Diets for Cannulated Nelore Bulls Previously Submitted to Either Nutritional Restriction or Intake of Concentrate Feedstuffs)", registrada com o nº 21/2016.R1 – CEUA, sob a responsabilidade do(a) Prof(a). Dr(a). Danilo Domingues Millen – que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de **pesquisa científica** – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovada pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS – CEUA da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da UNESP - Câmpus de Dracena, em reunião de **16/08/2016**.

Dracena, 16 de agosto de 2016.

Profa. Dra. Sirlei Aparecida Maestá
Vice-Presidente da Comissão de Ética em Uso de Animais

RESUMO

EFEITO DE DIFERENTES TIPOS DE DIETAS NO PERÍODO DE PRÉ-ADAPTAÇÃO SOBRE O COMPORTAMENTO INGESTIVO E APROVEITAMENTO DE NUTRIENTES EM BOVINOS NELORE

RESUMO - O objetivo foi avaliar a produção de proteína microbiana, pH e dinâmica ruminal, digestibilidade e degradabilidade ruminal de nutrientes, comportamento ingestivo, seletividade da dieta e imagens termográficas em bovinos Nelore canulados que passaram por período de restrição alimentar ou que consumiram concentrado antes da entrada no confinamento na fase de terminação. O delineamento experimental foi em quadrado latino contemporâneo 3 x 3. Foram utilizados 6 bovinos inteiros, com peso vivo aproximado de 236 ± 23 kg e com 20 meses de idade. Os tratamentos diferiram somente com relação ao tipo de dieta estabelecida na fase de pré-adaptação: Controle (volumoso *ad libitum* + suplemento mineral); Restrição (volumoso restrito a 1,4% do peso vivo + suplemento mineral) e Concentrado (volumoso *ad libitum* + 0,5% do peso vivo de ingredientes). A duração do estudo foi em 115 dias, sendo 3 períodos experimentais (33 dias/período) e dois intervalos de *washout* (8 dias). Cada período foi dividido em: 14 dias de pré-adaptação, 6 dias em adaptação 1, 6 dias em adaptação 2 e 7 dias na dieta de terminação (72%, 79% e 86% de concentrado, respectivamente). Os dados deste estudo foram analisados pelo PROC MIXED do SAS (2003), sendo o teste de Tukey utilizado para comparação entre médias quando necessário, considerando o nível de 10% de significância. Conclui-se que que animais submetidos à restrição nutricional ou que consumiram ingredientes concentrados antes do confinamento apresentam comportamento ingestivo e aproveitamento dos nutrientes na fase de terminação semelhantes aos de bovinos Nelore sob pastejo *ad libitum* e que não foi possível identificar distúrbios metabólicos ruminais de bovinos Nelore tendo como base a temperatura externa do animal utilizando câmera termográfica.

Palavras-chave: metabolismo, rúmen, confinamento, Nelore, acidose, nutrição de bovinos

ABSTRACT

EFFECTS OF DIFFERENTS TYPE OF DIETS PRIOR TO FEEDLOT PERIOD ON INGESTIVE BEHAVIOR AND NUTRIENTS DISAPPEARANCE OF NELLORE CATTLE

ABSTRACT – The objective was to evaluate if ruminal pH, total tract digestibility, ruminal degradability of the nutrients, feeding behavior and thermography images were similar for cannulated Nellore cattle previously exposed to nutritional restriction or intake of concentrate feedstuffs when the finishing diet was introduced. It was used six 20-mo-old Nellore bulls cannulated in the rumen (236 ± 23 kg), which were randomly assigned to one of two 3 x 3 Latin squares and consequently to the following treatments: Control (forage ad libitum + mineral supplement), Restriction (forage restricted to 1.4% of body weight + mineral supplement) and Concentrate (forage ad libitum + 0.5% of the body weight of concentrate feedstuffs + mineral supplement). Each period lasted 33 days and it was divided as follows: 14 days of exposure to treatments, 12 days of adaptation (72% and 79% concentrate diets for 6 days each), and 7 days of finishing diet containing 88% concentrate (7% sugarcane bagasse, 7% Tifton hay, 73.5% cracked corn grain, 9.0% cottonseed meal, 1.2% urea, 0.8% limestone and 1.5% of a mineral/vitamin supplement containing sodium monensin). The study lasted 115 days, including a washout interval of 8 days that was adopted between periods 1 and 2 and 2 and 3. The data of this study were analyzed by PROC MIXED of the SAS (2003) and the Tukey test was used to compare means when necessary, considering the level of 10% of significance. Based on these results, we concluded that cattle previously exposed to nutritional restriction or intake of concentrate feedstuffs do not presented differences to ad libitum grazing Nellore bovines when the finishing diet was introduced and it was not possible to identify ruminal metabolic disorders of Nellore cattle based on the external temperature of the animal using a thermography camera.

KEYWORDS- metabolism, rumen, feedlot, Nellore, acidosis, cattle nutrition

LISTA DE ABREVIATURAS

% - Porcentagem

%PV - Porcentagem do peso vivo

%TiO_{2f} - % de dióxido de titânio nas fezes

%TiO_{2r} - % de dióxido de titânio na ração

%Nf - % de nutrientes nas fezes

%Nr - % de nutrientes na ração

°C - Grau Celsius

AGCC - Ácido Graxo de Cadeia Curta

CD(n) - Digestibilidade aparente do nutriente

CMS - Consumo de Matéria Seca

DG% - Degradabilidade em Porcentagem

DP - Derivados de purina

ENN - Extrativo Não Nitrogenado

FDA - Fibra em Detergente Ácido

FDN - Fibra em Detergente Neutro

g - Gramas

Kg - Kilogramas

Kd - Taxa de Degradação

Kp - Taxa de Passagem

Kt - Taxa de Desaparecimento

mgN -

min - minuto

mL - mililitros

mm - milímetros

MM - Matéria Mineral

mmol - milimol

MO - Matéria Orgânica

MS - Matéria Seca

N - Nitrogênio

Nmic - Nitrogênio microbiano

NDT - Nutrientes Digestíveis Totais

Pabs - purinas absorvidas

PB - Proteína Bruta

PM - Peso metabólico

PSAI - Peso do Saco antes da Incubação

PSPI - Peso do Saco após Incubação

PSV - Peso do Saco Vazio

PV - Peso vivo

Vs. - *Versus*

TALREF - Tempo de alimentação por refeição

Trat - Tratamento

TiO₂ - Dióxido de Titânio

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição e conteúdo nutricional das dietas experimentais fornecidas aos bovinos Nelore canulados no rúmen durante a fase de pré-adaptação.....	37
Tabela 2. Composição e conteúdo nutricional das dietas experimentais fornecidas aos bovinos Nelore canulados no rúmen durante a fase de alimentação com alta energia (adaptação e terminação).....	38
Tabela 3. Composição nutricional dos ingredientes fornecidos aos animais durante o período experimental (fases de pré-adaptação, adaptação e terminação).....	39
Tabela 4. Consumo de MS (kg e %PV) de bovinos Nelore canulados no rúmen submetidos previamente a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados: fases de pré-adaptação, adaptação e terminação.....	46
Tabela 5. Comportamento ingestivo e seletividade da dieta de bovinos Nelore canulados no rúmen submetidos previamente a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados: fases de pré-adaptação, adaptação e terminação.	48
Tabela 6. Digestibilidade aparente total, da MS e dos nutrientes de bovinos Nelore canulados no rúmen submetidos previamente a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados: fases de pré-adaptação e terminação.....	50
Tabela 7. Degradabilidade in situ em 24 horas de bovinos Nelore canulados no rúmen submetidos previamente a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados: fases de pré-adaptação, adaptação e terminação.....	52
Tabela 8. Avaliação da dinâmica ruminal de bovinos Nelore canulados no rúmen submetidos previamente a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados: fases de pré-adaptação, adaptação e terminação.....	54
Tabela 9. Estimativa de produção microbiana através dos Derivados de Purina de bovinos Nelore canulados no rúmen submetidos previamente a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados: fases de pré-adaptação, adaptação e terminação.....	56
Tabela 10. Mensuração de pH, temperatura e potencial oxi-redox médio de bovinos Nelore canulados no rúmen submetidos previamente a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados: fases de pré-adaptação, adaptação e terminação.....	58
Tabela 11. Mensuração da temperatura corporal por meio fotos termográficas de bovinos Nelore canulados no rúmen submetidos previamente a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados: fases de pré-adaptação, adaptação e terminação.....	59

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	16
1.1 INTRODUÇÃO	16
1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
1.2.1 Protocolos e períodos de adaptação.....	19
1.2.2 Digestibilidade total dos nutrientes.....	21
1.2.3 Comportamento Ingestivo e seletividade de partículas	23
1.2.4 Dinâmica ruminal e degradabilidade dos nutrientes <i>in situ</i>	24
1.2.5 Produção de proteína microbiana através dos derivados de purina.....	25
1.2.6 Uso da termografia na identificação de distúrbios ruminais	26
1.3 REFERÊNCIAS.....	27
CAPÍTULO 2.....	34
2.1 INTRODUÇÃO	34
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	35
2.2.1 Local do experimento	35
2.2.2 Animais	35
2.2.3 Alojamento	35
2.2.4 Manejo e arrazoamento dos animais	35
2.2.5 Delineamento experimental e tratamentos	39
2.2.7 Comportamento ingestivo.....	40
2.2.8 Seletividade da dieta (PSPS)	40
2.2.9 Avaliação da digestibilidade aparente total da MS e dos nutrientes.....	41
2.2.10 Degradabilidade <i>in situ</i>	42
2.2.11 Avaliação da dinâmica ruminal.....	42
2.2.12 Estimativa de produção de proteína microbiana	43
2.2.13 Mensuração do pH, temperatura e potencial oxi-redox ruminal	44
2.2.14 Temperatura corporal por meio fotos termográficas.....	44
2.2.15 Análise estatística	45
2.3 RESULTADOS	45
2.3.1 Consumo de Matéria Seca	45
2.3.2 Comportamento ingestivo e seletividade da dieta	46
2.3.3 Avaliação da digestibilidade aparente total da MS e dos nutrientes.....	49
2.3.4 Degradabilidade <i>in situ</i>	51
2.3.5 Avaliação da dinâmica ruminal.....	53

2.3.6 Estimativa de produção de proteína microbiana	55
2.3.6 Mensuração de pH, temperatura e potencial oxi-redox ruminal	57
2.3.7 Mensuração de temperatura corporal por meio fotos termográficas	59
2.4 DISCUSSÃO	60
2.4.1 Efeito da restrição nutricional	60
2.4.2 Efeito do consumo de concentrado	61
2.5 CONCLUSÃO.....	63
2.6 REFERÊNCIAS.....	63

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca em 2017 no mercado mundial da carne bovina e apresenta-se no topo dos rankings. Atualmente, possui rebanho de aproximadamente 207,7 milhões de cabeças. No ano de 2016, a produção de carne bovina foi de aproximadamente 9,284 milhões de toneladas atingindo 9,470 milhões de toneladas em 2017 e as exportações de carne *in natura* chegaram à 1398 mil toneladas em 2017 (ANUALPEC, 2017).

No ano 2016 foram confinados aproximadamente 3,8 milhões de cabeças. A projeção para de 2017 é de 4,13 milhões de bovinos confinados (ANUALPEC, 2017). Esse aumento no número de animais confinados, juntamente com o avanço do melhoramento genético, selecionando animais mais produtivos e até mesmo cruzamentos industriais, resulta em animais de maior resistência, peso e qualidade de carne e maior produtividade na pecuária. Paralelo a isso, o uso de grãos e coprodutos tem aumentado consideravelmente. Isso é observado por meio dos levantamentos realizados com nutricionistas brasileiros de bovinos confinados nos anos de 2009, 2014 e 2016. A inclusão de ingredientes concentrados $\geq 50\%$ foi observada na dieta de terminação em 58% dos confinamentos (MILLEN et al., 2009) subindo para 76% (OLIVEIRA; MILLEN, 2014) e para 84,6% (PINTO; MILLEN, 2016). Ou seja, a maioria dos confinamentos estão utilizando maior quantidade de concentrados nas dietas. A utilização destes ingredientes para animais confinados tem o objetivo de aumentar a eficiência do sistema de produção.

Desta maneira, em busca de maior produtividade, houve aumento na quantidade de carboidratos rapidamente fermentáveis utilizado nas dietas de bovinos confinados no Brasil para se obter o melhor desempenho desses animais. Entretanto, tal emprego pode modificar o ambiente ruminal a partir do aumento da disponibilidade de glicose livre, estímulo no crescimento de diversos grupos de bactérias, aumento da produção de ácidos graxos de cadeia curta (**AGCC**) ou até mesmo acarretar distúrbios metabólicos, como a acidose ruminal (NOCEK et al., 1984; DIRKSEN, 1989; OWENS et al., 1998).

Os quadros de acidose ruminal são caracterizados quando o pH ruminal cai abaixo de 5,6 (KREHBIEL et al., 2003). De acordo com Owens et al. (1998), a acidose é classificada em dois tipos: acidose subclínica (faixa de pH entre 5,2 e 5,6), caracterizada pela alta concentração de AGCC; e acidose clínica (pH menor que 5,2), caracterizada pelo acúmulo de ácido lático.

As perdas econômicas são maiores em quadros de acidose subclínica quando comparados à acidose clínica, pois os sintomas na maioria dos casos não são evidentes

como em casos clínicos de acidose. Entretanto, as duas geram perdas significativas em termos de desempenho animal (NOCEK, 1984).

Uma forma estratégica de minimizar ou prevenir distúrbios nutricionais como a acidose ruminal é a utilização de programas de adaptação, uma vez que bovinos a serem confinados não são adaptados ou estão aptos a consumir dietas com alta quantidade de energia. Portanto, são necessários a realização de protocolos de adaptação para que os micro-organismos e o epitélio do rúmen se adaptem às grandes quantidades de carboidratos não fibrosos e de fermentação rápida, provenientes de dietas ricas em amido.

Estudos realizados por Parra et al. (2011), Barducci et al. (2013), Estevam et al. (2015) e Perdigão et al. (2018) testaram diferentes protocolos e períodos de adaptação para bovinos Nelore no Brasil com dietas de alto concentrado. Os períodos testados foram 6, 9, 14 e 21 dias e os protocolos foram escadas e restrição. Nestes estudos, verificou-se que o período de adaptação mais adequado é de 14 dias, independentemente do tipo de processamento do milho utilizado (silagem de grãos úmidos ou finamente moído) ou do protocolo de adaptação adotado.

Vale ressaltar que os animais utilizados nos experimentos acima estavam nas mesmas condições alimentares quando os estudos ocorreram (alimentando-se com forragem *ad libitum*). Isso difere do que é encontrado nos confinamentos comerciais, ou seja, animais de diferentes lugares, sistemas de criação e alimentação são colocados em uma mesma baia.

Normalmente, os animais que chegam nos confinamentos são de três tipos: provindos de regime de pastagens que passaram por restrição alimentar (quantitativa ou qualitativa), os provindos de regime de boas pastagens e suplemento mineral e os que consumiam ingredientes concentrados em sistema de pastejo.

Então, hipotetizou-se que animais submetidos a restrição nutricional ou que consomem ingredientes concentrados antes do período de confinamento apresentam diferenças no comportamento ingestivo e aproveitamento dos nutrientes na fase de terminação quando comparados à bovinos Nelore sob pastejo *ad libitum* na fase de pré-adaptação.

Ligado à isso, hipotetizou-se que através do uso imagens termográficas por meio de câmera termográfica é possível identificar distúrbios metabólicos ruminais (acidose ruminal) de bovinos Nelore.

A hipótese acima foi representada a seguir pelas Figuras 1 e 2.

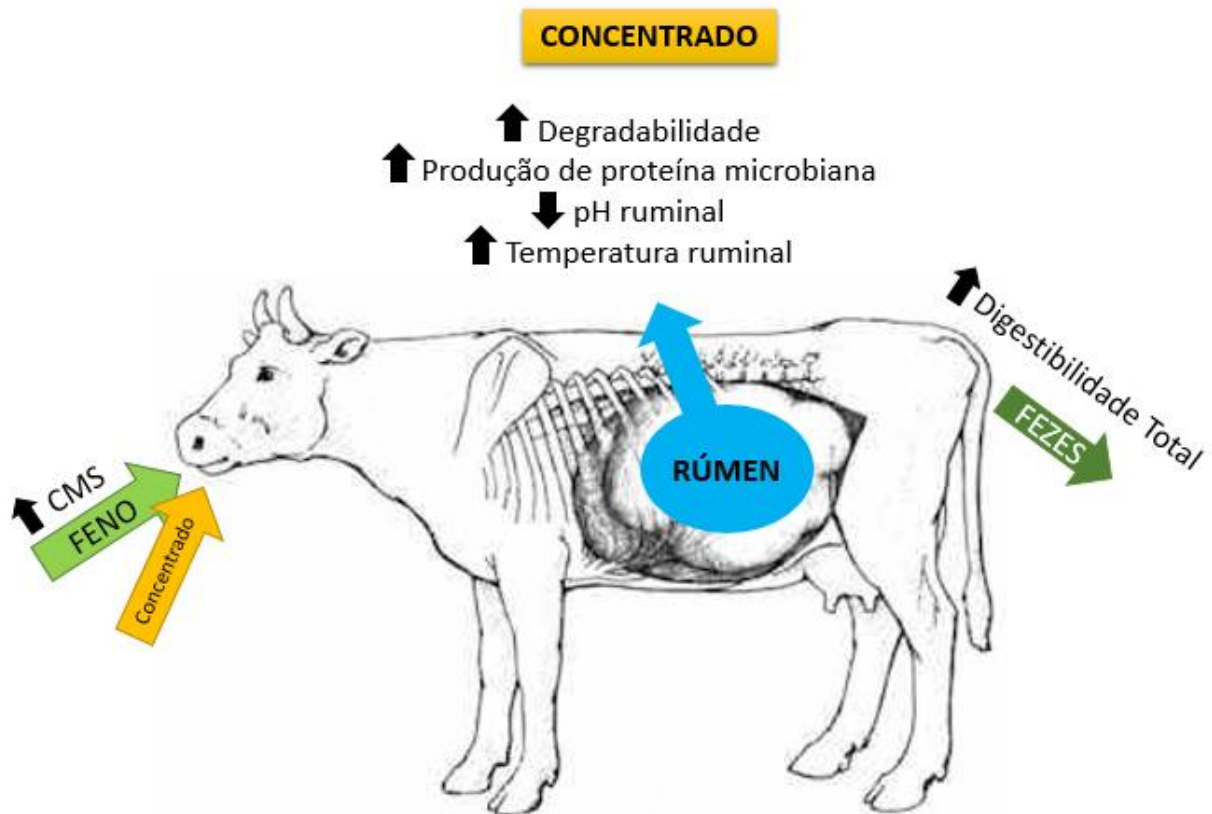


Figura 1 – Esquema hipotético dos animais na fase de terminação que ingerem ingredientes concentrados durante a fase de pré-adaptação. Fonte: Elaborado pelo autor.

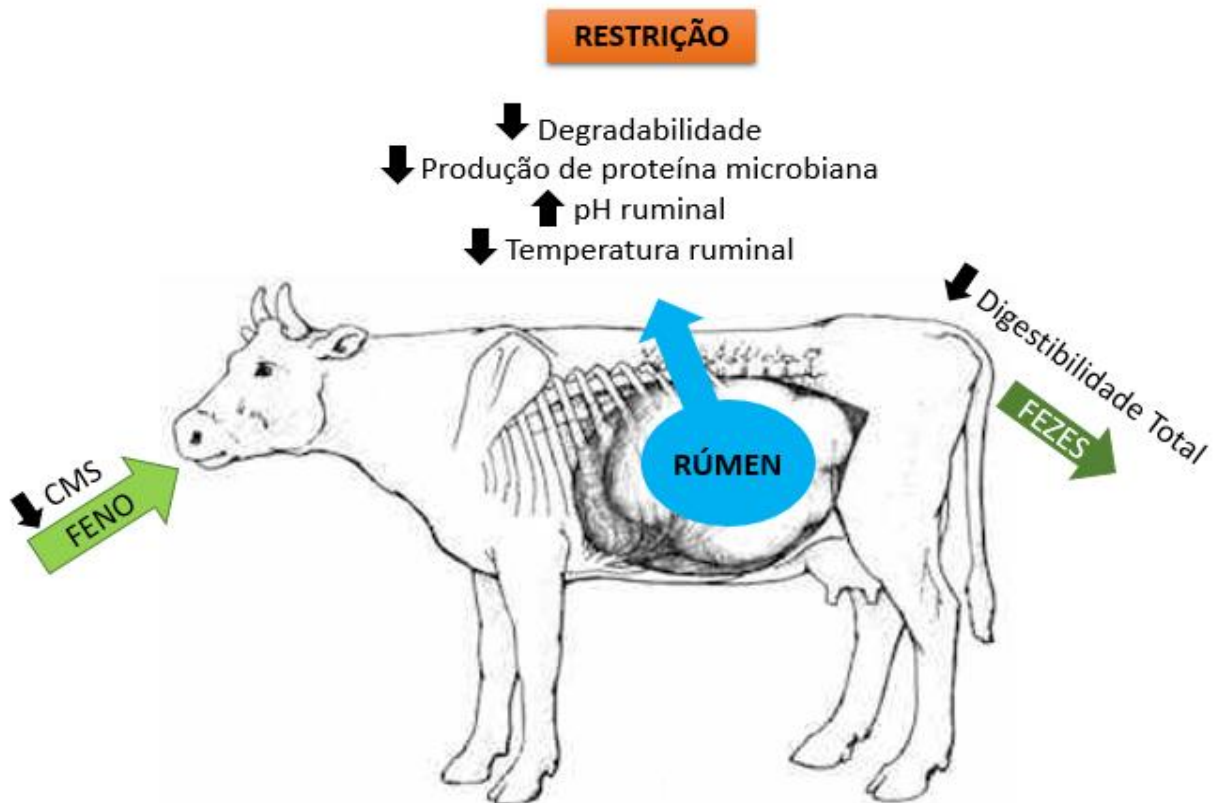


Figura 2 - Esquema hipotético dos animais na fase de terminação submetidos à restrição alimentar durante a fase de pré-adaptação. Fonte: Elaborado pelo autor.

Neste contexto, seria de grande importância estudos que avaliem digestibilidade de dietas altamente energéticas e fermentação ruminal de bovinos submetidos a restrição nutricional ou que consumiram ingredientes concentrados antes da chegada ao confinamento. Assim, seria possível um melhor entendimento entre a relação de acidose com o período de adaptação, para se obter maior eficiência dos animais e diminuir os riscos de distúrbios digestivos, que podem causar lesões ao epitélio ruminal, as quais reduzem a superfície para absorção de AGCC e indiretamente diminuem o aproveitamento dos nutrientes da dieta.

1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.2.1 Protocolos e períodos de adaptação

O uso de grãos e seus coprodutos passaram a ser fontes de alimentos para ruminantes, com a finalidade de maximizar a produção de carne bovina. Provenientes de uma dieta a pasto, tornou-se necessário adaptar os animais a essas novas dietas (PARRA, 2011). Os ruminantes desenvolveram seu sistema digestório para a ingestão de forragens e pouca ingestão de grãos. Em busca de elevados níveis de produtividade, aumentou-se o uso de ingredientes concentrados, condição que promoveu aumento no aparecimento de desordens fermentativas no rúmen (BASTOS, 2009).

Em levantamento realizado por Millen et al. (2009), apenas 19,4% dos confinamentos brasileiros utilizavam de 81% a 90% de inclusão de concentrado nas dietas fornecidas aos bovinos. Já no levantamento realizado por Pinto e Millen (2016), houve um aumento do número de confinamentos que utilizaram de 81% a 90% de inclusão de concentrado nas dietas dos animais, chegando a 57,6% do total.

O número de bovinos confinados também apresentou um aumento do ano de 2011 para o ano de 2016, passando de aproximadamente 2,7 milhões (OLIVEIRA; MILLEN, 2014) para 4,3 milhões (PINTO; MILLEN, 2016). Os bovinos quando chegam ao confinamento, na maioria das vezes, não estão adaptados ou consumindo dietas com alta quantidade de energia.

Por isso, cuidados são necessários para que os micro-organismos e o epitélio do rúmen se adaptem às grandes quantidades de carboidratos não fibrosos e de rápida fermentação, provenientes de dietas ricas em amido. Uma das alternativas são os programas de adaptação dos bovinos à dietas com altos teores de concentrado em

confinamentos, com o objetivo de minimizar ou prevenir distúrbios metabólicos como a acidose.

O ruminante quando adaptado pode ingerir grande quantidade de ingredientes concentrados sem apresentar nenhum desconforto ruminal, condição que em um bovino não adaptado provocaria efeitos adversos (COUNETTE; PRINS, 1981).

Autores apresentaram através de um revisão feita sobre adaptação de bovinos confinados, que a quantidade de bactérias amilolíticas aumentou em função da quantidade de concentrado nas dietas. Conseqüentemente, as bactérias utilizadoras de lactato aumentaram rapidamente em dietas com teores acima de 60% de concentrado, mantendo a mesma composição por 5 a 7 dias. Quando não há competição entre bovinos na linha do cocho e a ingestão de matéria seca (**MS**) é limitada devido a protocolos de adaptação, as quantidades de bactérias que utilizam lactato como substrato muda pouco após 14 dias (BROWN et al. 2006).

Essa maior inclusão de concentrados nas dietas permite a maior quantidade de bactérias ruminais, que produzirão maior quantidades de AGCC e lactato, que poderão se acumular no rúmen, alterando o pH ruminal. Para que isso não ocorra, torna-se necessário adaptações graduais à dieta para permitir o máximo desenvolvimento das papilas ruminais e, assim, se obter a máxima absorção pelas mesmas, evitando lesões do epitélio ruminal devido ao acúmulo excessivo dos ácidos.

Programas de adaptação à dieta de alto concentrado para bovinos confinados envolvem o equilíbrio entre o aumento no desempenho e o risco de acidose. Segundo Parra et al. (2011), onde avaliaram o programa de adaptação de escadas, o qual consiste de aumento gradual do teor de concentrado da ração com fornecimento *ad libitum*, e de restrição, que consiste no fornecimento da dieta de terminação restrita por quantidade desde o primeiro dia no confinamento, com incrementos diários na quantidade fornecida até atingir o consumo *ad libitum*, relataram não haver diferença entre estes em termos de desempenho animal ao final de 84 dias. Porém, foi observada maior superfície absorptiva no epitélio ruminal de animais que passaram pelo programa de escadas. Este leva a mudança mais gradual e diversificada da população de microrganismos ruminais, o que pode se apresentar benéfico em situações em que são fornecidas rações com altas quantidades de energia (BROWN et al., 2006).

Em estudos realizados por Parra et al. (2011) foram avaliados os efeitos dos protocolos de adaptação de 14 ou 21 dias sobre as papilas ruminais de bovinos Nelore em confinamento. Verificaram que os animais submetidos ao protocolo de 21 dias

apresentaram papilas com menor grau de lesão e maior capacidade de absorção em relação aos que foram expostos ao protocolo mais curto.

Demais autores, Carrara et al. (2012), Barducci et al. (2013), Rigueiro et al. (2013) e Watanabe et al. (2013), trabalhando com bovinos Nelore, adaptaram os animais em protocolos de escada e restrição, com duração de 9 e 14 dias. Estes não apresentaram diferenças em relação ao desempenho entre os dias de duração. Porém, animais submetidos aos protocolos de 9 dias apresentaram desenvolvimento morfológico das papilas ruminais e digestibilidade dos nutrientes aquém ao protocolo de 14 dias.

Em trabalho subsequente, Perdigão et al. (2018), utilizando os protocolos de escada e restrição em bovinos Nelore, testaram os períodos de adaptação com duração de 6 e 9 dias. Apresentaram, através dos dados de escore de rumenites, que animais podem ser adaptados em 6 dias pelo protocolo de restrição ou em 9 dias pelo protocolo de escada. Porém, maior ingestão de matéria seca e o ganho de peso diário foram encontrados nos protocolos em escada.

Por fim, Estevam et al. (2015) utilizaram protocolo de escada com duração de 6, 9, 14 e 21 dias, testando o tipo de processamento do milho. Os três estudos citados anteriormente utilizavam silagem de grão úmido de milho e, neste experimento, foi utilizado milho moído grosseiramente. O período de adaptação de 14 dias apresentou-se superior aos demais dias para peso vivo final, ganho de peso diário, conversão alimentar, peso de carcaça quente e rendimento de carcaça, independentemente do tipo de processamento.

Corroborando com os estudos acima mencionados, em confinamentos brasileiros, o protocolo de adaptação mais utilizado pelos nutricionistas foi em escadas (*Step up*), dados obtidos pelos levantamentos realizados por Millen et al. (2009), Oliveira e Millen (2014) e recentemente Pinto e Millen (2016).

1.2.2 Digestibilidade total dos nutrientes

A ingestão de nutrientes é um dos fatores principais ligados ao desempenho animal e está relacionado ao suprimento das exigências de manutenção e produção dos ruminantes. Para avaliar o valor nutritivo dos alimentos consumidos pelos ruminantes e indicar quais nutrientes estão disponíveis para o animal, utiliza-se a digestibilidade.

Digestibilidade para Coelho da Silva e Leão (1979) é a característica do alimento que informa a porcentagem de cada nutriente que o animal consegue utilizar. Assim, mostra-se como importante componente do valor nutritivo de uma dieta (VAN SOEST, 1994), auxiliando nas formulações de rações. Pode ser realizada pelo método direto, através da coleta total de fezes, e o método indireto, por meio de indicadores. Segundo Berchielli et al.

(2000), a determinação pela coleta total de fezes exige um impecável controle da ingestão e excreção, tornando este método trabalhoso e oneroso.

Então, as técnicas de determinação dos coeficientes de digestibilidade por indicadores internos e externos apresentam-se mais evidentes em estudos recentes. Em levantamento de publicações nas bases de dados. Monteiro et al. (2015) apresentaram que, ao contabilizar 581 trabalhos realizados entre 2000 e 2014, confirmam a utilização de maneira mais expressiva de marcadores externos (dióxido de titânio) para avaliar consumo e digestibilidade, via mensuração fecal.

Outro fator importante que influencia no coeficiente de digestibilidade é o consumo de matéria seca. Segundo Mertens (1994), o consumo de um bovino pode ser alterado por: tipo de alimento através do teor de fibra, volume, processamento e densidade energética; pelo animal através do peso vivo e o estado fisiológico que o mesmo se encontra; pelas condições de alimentação através da disponibilidade de alimento, frequência de alimentação e tempo de acesso à ração, bem como pelo ambiente.

Esses componentes que alteram o consumo de matéria seca também alteram diretamente a digestibilidade das dietas. Quando modificamos os tipos de alimentos ou suas proporções, verificamos essas mudanças. Valadares et al. (1997a) verificaram aumentos nas digestibilidades aparentes da MS em novilhos, com o aumento de inclusão de proteína bruta (**PB**) nas dietas. Rennó (2003), trabalhando com níveis de PB de 12 ou 15%, observou efeito sobre as digestibilidades aparentes totais da PB e do EE.

Quando se fornece dietas com altos teores de grãos para bovinos, encontra-se maiores quantidades de amido. Se esses grãos forem processados inadequadamente, as quantidades de amidos disponíveis serão comprometidas, e isso influenciará em sua digestibilidade e certamente causará queda na produção (CAETANO, 2008).

Passini et al. (2003) afirmam que quando se realiza um bom processamento de grãos, obtém uma melhora na digestibilidade ruminal do amido, acarretando em mais energia disponível para síntese de produção microbiana, resultando em maior produção de AGCC.

Estudos apresentam que o aumento da ingestão de concentrados contribuem na redução do pH ruminal e na atividade das bactérias celulolíticas. Em função disso ocorre diminuição da digestibilidades da fibra (PLAIZIER et al., 2009; AGLE et al., 2010).

A quantidade de fibra encontrada no alimento (fibra em detergente neutro - **FDN**) é importante para a digestibilidade do ruminante, na qual, age sobre a motilidade ruminal, misturando o conteúdo ruminal, facilitando aos microrganismos encontrar o alimento recém-

ingerido. Assim, facilitam a digestão, produzindo AGCC que serão absorvidos na parede do rúmen (NAGARAJA; TITGEMEYER, 2007).

1.2.3 Comportamento Ingestivo e seletividade de partículas

O comportamento ingestivo e seletividade de dietas tem como propósito estudar os efeitos do arraçoamento ou quantidade e qualidade nutritiva de forragens sobre o comportamento ingestivo, determinar uma relação entre consumo voluntário e uso potencial do conhecimento do comportamento ingestivo, com a finalidade de se obter a melhor eficiência e desempenho do animal (ALBRIGHT, 1993).

O comportamento ingestivo do animal é avaliado através de diversas variáveis como tempos de alimentação, ruminação e ócio e eficiência de alimentação e ruminação (DADO; ALLEN, 1995). Chase et al. (1976) propõem que o controle da ingestão de alimentos está diretamente relacionado ao comportamento ingestivo. A interação do metabolismo do animal e das propriedades físicas e químicas da dieta é o que determina a saciedade do animal, na qual irá interferir diretamente na quantidade de alimento ingerido. E isso determinará quanto tempo o ruminante irá se alimentar, o número de refeições, duração e taxa de alimentação de cada refeição (THIAGO et al., 1992).

Seguindo o mesmo pensamento, Dado e Allen (1994) sugerem que a ingestão diária de MS pode ser explicada como número e duração das refeições e a taxa de alimentação que ocorre durante as refeições. Assim, para se ter um aumento no consumo de matéria seca diário, pelo menos um desses fatores citados precisa aumentar. Ou seja, o bovino começa a se alimentar quando sente fome e termina, quando o mesmo sente-se saciado.

Vários pesquisas e estudos vem sendo realizados com a finalidade de confirmar o questionamento que animais conseguem escolher alimentos de sua preferência para suprir as exigências fisiológicas e metabólicas. Segundo Ferreira (2003), os animais não só escolhem os alimentos apenas para atender as exigências nutricionais, e sim escolhe aqueles alimentos de melhor agrado para seu próprio organismo, sob o aspecto de mantê-lo em conforto ou desconforto mínimo.

Para Kyriazakis et al. (1999), um animal somente selecionará os ingredientes da dieta se ocorrer alguma mudança fisiológica detectada pelo mesmo. No entanto, outros autores relatam que animais denominados selecionadores podem variar suas preferências alimentares ao longo do tempo. E que podem diminuir ou aumentar o tamanho e quantidades das refeições para evitar quaisquer desconforto digestivo (ATWOOD et al., 2001).

Mendonça et al. (2004) afirmam que os estudos de comportamento digestivo e seletividade tem como finalidade avaliar as dietas fornecidas aos animais e possibilitar o ajuste de manejo alimentar de diferentes categorias, afim de obter o melhor desempenho produtivo.

Entretanto, há poucos estudos na literatura que relatam o comportamento ingestivo e seletividade dos ingredientes envolvendo animais que passaram por algum período de restrição ou consumo de ingredientes concentrados antes do períodos de adaptação em confinamentos.

1.2.4 Dinâmica ruminal e degradabilidade dos nutrientes *in situ*

O estudo da dinâmica ruminal abrange a dinâmica do fluxo dos componentes da digesta, ou seja, envolve a relação entre ingestão, passagem e degradabilidade. O que torna-se de suma importância para qualquer modelo nutricional.

A taxa de desaparecimento (**Kt**) é igual à soma das taxas de degradação (**Kd**) e de passagem (**Kp**). Portanto, sabendo o valor de Kt e Kd, pode-se estimar a taxa de passagem ruminal (OWENS; GOETSCH, 1993).

A taxa de passagem, ou também conhecida como trânsito, é a variável de grande importância, uma vez que determina o fluxo de digesta não digerida e que passa pelo trato digestório, podendo conter alimentos fibrosos ou não-degradados, e até mesmo microrganismos ruminais. Segundo Van Soest (1994), a composição e o volume da dieta são variáveis externas que agem diretamente sobre a digestão, a taxa de digestão e a reciclagem do conteúdo ruminal e também podem influenciar na ingestão de alimentos. Os autores Owens e Goetsch (1993) afirmam que compostos indigestíveis ou indicadores que passam do rúmen para o omaso sem serem degradados, o $K_t = K_p$, já para compostos digeridos no rúmen, o $K_t = K_d + K_p$. Quando se trata de forrageiras tropicais, esses valores apresentados de K_p são baixos, principalmente, em razão do alto teor de fibra (SOARES, 2003).

A taxa de degradação, ou propriamente a degradabilidade dos alimentos, mostra-se fundamental e necessária para a formulação de dietas que serão oferecidas aos animais. Os alimentos possuem diferentes frações degradáveis, sendo umas altamente fermentáveis, outras um pouco menos degradável, até mesmo fração indigestível. Segundo Orskov (2000), são as frações potencialmente degradável e indegradável de um substrato que provocam alterações no ambiente ruminal, influenciando a taxa de degradação dos microrganismos.

A técnica de degradabilidade *in situ* mede o desaparecimento do substrato, seja por degradação microbiana, hidrólise ou solubilização. Esta técnica sofre diversas críticas, como restrição ao acesso microbiano à proteína (MEYER; MACKIE, 1986), contaminação microbiana dos sacos de náilon (NOCEK; GRANT, 1987) e perda de nitrogênio que não foi degradado. Porém, é muito utilizada para a quantificação das degradabilidades dos alimentos (BRODERICK, 1995).

É de suma importância salientar que os processos de degradação (Kd) e o fluxo ruminal (Kp) devem ser analisados de maneira integrada, pois, à medida que aumenta a velocidade de utilização dos compostos potencialmente degradáveis, diminui-se o tempo para que as partículas atinja a faixa de gravidade específica para a remoção do rúmen (ALLEN, 1996).

1.2.5 Produção de proteína microbiana através dos derivados de purina

A maioria dos aminoácidos absorvidos pelos ruminantes é proveniente da proteína microbiana sintetizada no rúmen. A proteína microbiana e a proteína dietética não degradada no rúmen atendem às exigências de proteína metabolizável para ruminantes através da absorção no intestino delgado. Segundo o NRC (2000), a proteína microbiana apresenta digestibilidade intestinal em torno de 80% e possui ótimo perfil de aminoácidos, podendo até suprir de 50 a 100% da proteína metabolizável exigida para bovinos de corte. Não existem fontes tão boas quanto a microbiota ruminal, para atender as exigências de aminoácidos (VERBIC, 2002).

A proteína microbiana apresenta extrema importância para o metabolismo proteico dos ruminantes. Entender o fluxo e a quantidade produzida sob as diversas condições dietéticas e fisiológicas, encontradas nos diferentes sistemas de produção, torna-se essencial para suprir as exigências em aminoácidos absorvidos.

O uso dos derivados de purinas (**DP**) foi utilizado primeiramente por Blaxter e Martin em 1962, citados por Fujihara et al. (1987), como indicador para estimar a produção microbiana no rúmen. Segundo Chizzotti et al. (2006), a excreção de derivados de purina na urina é um método simples e não-invasivo, usual para estimativa da produção de proteína microbiana ruminal. Nessa metodologia, assume-se que os ácidos nucléicos encontrados no duodeno são originários da microbiota e que, depois da digestão intestinal dos nucleotídeos purínicos, as purinas absorvidas são catabolizadas e excretadas através da urina como derivados de purinas.

A alantoína e o ácido úrico são os DP mais encontrados na urina bovina (CHEN; GOMES, 1992). Outros componentes, como xantina e hipoxantina, também são

encontrados, porém, devido à alta atividade da enzima xantina oxidase no sangue e nos tecidos, transformam a xantina e hipoxantina em ácido úrico. Então, a soma da xantina e hipoxantina para se determinar a excreção total de derivados de purina não é significativa (RENNÓ et al., 2000).

Este método requer a coleta total de urina, fazendo o animal passar por coletas de 24 a 120 horas com sondas ou funis, o que se torna o método árduo e trabalhoso. Por isso, vários estudos foram realizados afim de estimar a produção diária de urina. É feita uma única coleta ao longo do dia (coleta *spot*), a partir da excreção de creatinina obtida na urina e é realizado o cálculo e estima-se o volume total urinário. Diversos autores (VALADARES et al., 1999; SILVA et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2001; RENNO et al., 2003; CHIZZOTTI et al., 2006 e CHIZZOTTI et al., 2007) afirmam que pode-se utilizar a coleta *spot* pois não encontraram diferenças entre os dois métodos.

1.2.6 Uso da termografia na identificação de distúrbios ruminais

A termografia de infravermelho (TIV) pode vir a auxiliar na identificação de possíveis quadros de acidose. A TIV pode ser definida como uma técnica não invasiva de percepção da temperatura superficial de um corpo, uma vez que todo corpo com temperatura acima do Zero Absoluto emite radiação térmica. Esta tem como base o princípio de que todos os corpos formados de matéria emitem certa carga de radiação infravermelha, proporcional à sua temperatura. Esta radiação pode ser capturada em termograma que expressa o gradiente térmico em um padrão de cores (EDDY et al., 2001). Quando utiliza-se essa técnica, os fatores ambientais, nutricionais e de manejo estão intrinsecamente ligados ao processo produtivo e devem ser levados em consideração quando se busca uma maior eficiência na exploração pecuária (ROBERTO et al., 2011).

Na área da produção animal, pode-se perceber por meio da literatura que a TIV tem sido empregada como ferramenta na avaliação e detecção de desordens metabólicas em bovinos leiteiros (CLARK; CENA, 1977; HURNIK et al., 1984), doenças e infecções (BERRY et al., 2003; SCHAEFER et al., 2007; POLAT et al., 2010), além de auxiliar na compreensão da termorregulação em razão das mudanças na temperatura superficial de bovinos e o impacto das condições ambientais sobre o bem-estar animal (KASTELIC et al., 1996; STEWART et al., 2005; KOTRBA et al., 2007).

Em estudos realizados por Montanholi et al. (2008), os quais trabalharam com vacas em lactação, foram estabelecidas correlações das temperaturas superficiais de diferentes regiões do corpo com a produção de calor, por meio da TIV. A mesma técnica foi utilizada

por Berry et al. (2003) para estudar os efeitos dos fatores ambientais sobre a variação diária da temperatura do úbere de vacas leiteiras.

Encontram-se alguns estudos relacionados à TIV com produção de leite, aves e suínos, porém, não há estudos na área da bovinocultura de corte que correlacionem TIV e a fermentação ruminal. Com base neste fato, novos estudos relacionados com o uso de TIV e produção de bovinos de corte em confinamento devem ser realizados, uma vez que a identificação de altas correlações entre temperatura corporal na região do rúmen por meio de imagens termográficas com o padrão de fermentação e dinâmica ruminal, e degradabilidade de nutrientes, pode ser de grande importância para futuros estudos com bovinos confinados e até mesmo a utilização desta técnica a campo.

1.3 REFERÊNCIAS

- ANUALPEC. Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo: Informa Economics FNP, 2017.
- AGLE, M.; HRISTOV, A. N.; ZAMAN, S.; SCHNEIDER, C.; NDEGWA, P. M.; VADDELLA, V. K. Effect of dietary concentrate on rumen fermentation, digestibility, and nitrogen losses in dairy cows. **J Dairy Sci.** v. 93, p. 4211–4222, 2010. Doi: 10.3168/jds.2009-2977.
- ALBRIGHT, J. L. Nutrition and feeding calves: feeding behavior of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.2, p.485-498, 1993.
- ALLEN, M. S. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.74, p.3063-3075, 1996.
- AROEIRA, L. J. M.; LOPES, F. C. F.; DAYRELL, M. S. Degradabilidade de alguns alimentos no rúmen de vacas Holandês/Zebu. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 25, n. 6, p. 1178-1186, nov./dez. 1996.
- ATWOOD, S. B.; PROVENZA, F. D.; WIEDMEIER, R. D.; BANNER, R. E. Influence of free choice vs. mixed-ration diets on food intake and performance of fattening calves. **Journal of Animal Science**. v. 79, p. 3034–3040, 2001.
- BARDUCCI, R. S. **Protocolos e durações de adaptação às dietas com alta inclusão de concentrados para bovinos Nelore confinados**. 2013. 100 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.
- BASTOS, J. P. S. T. **Efeito de diferentes dosagens do preparado de anticorpos policlonais específicos sobre as variáveis ruminais, degradabilidade in situ e digestibilidade in vivo de bovinos alimentados com dieta de alto concentrado**. 2009. 112 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Botucatu, 2009.
- BERRY, R. J.; KENNEDY, A. D.; SCOTT, S.L.; KYLE, B. L.; SCHAEFER, A. L. Daily variation in the udder surface temperature of dairy cows measured by infrared thermography: Potential for mastitis detection. **Canadian Journal of Animal Science**. v. 83, p. 687-693, 2003.

BERCHIELLI, T. T.; ANDRADE, P.; FURLAN, C. L. Avaliação de indicadores internos em ensaios de digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 3, p. 830-833, 2000.

BRODERICK, G. A. Methodology for the determining ruminal degradability of feed proteins. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS EM RUMINANTES, 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 1995. p. 139-176.

BROWN, M. S.; PONCE, C. H.; PULIKANI, R. Adaptation of beef cattle to high concentrate diets: Performance and ruminal metabolism. **Journal of Animal Science**. v.84 (E. Suppl.), p. 25-33, 2006.

CAETANO, M. **Estudo das perdas de amido em confinamentos brasileiros e do uso de amido fecal como ferramenta de manejo de bovinos confinados**. 2008. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.

CARRARA, T. V. B.; MILLEN, D. D.; ARRIGONI, M. D. B.; MARTINS, C. L.; BARDUCCI, R. S.; PEREIRA, F. V. T.; SARTI, L. M. N.; FRANZOI, M. C. S.; ESTEVAM, D. D.; CURSINO, L. L.; FONTES, P. L. P.; PACHECO, R. L. D.; RIZZIERI, R. A.; DA COSTA, C. F.; MIRANDA, L. D. F. Effects of restricted versus conventional dietary adaptation over periods of 9 and 14 days on rumen papillae of feedlot Nellore cattle. **Journal of Animal Science**. v. 90 (Suppl.3), p. 201-202, 2012.

CLARK, J. Á; CENA, K. The potential of infrared thermography in veterinary diagnosis. **The Veterinary Record**. v. 100, p. 402-404, 1977.

CHASE, L. J.; WANGSNESS, P. J.; BAUMGARDT, B. R. Feeding behaviour of stress fed a complete mixed ration. **Journal of Dairy Science**, v. 59, n. 11, p. 1923-1928, 1976.

CHEN, X. B.; GOMES, M. J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives: an overview of technical details**. Bucksburnd: Rowett Research Institute, International Feed Resources Unit, 1992. 21 p.

CHIZZOTTI, M. L.; VALADARES FILHO, S. C.; CHIZZOTTI, F. H. M.; CAMPOS, J. M. S.; MARCONDES, M. I.; FONSECA, M. A. Consumo, digestibilidade e excreção de uréia e derivados de purinas em novilhas de diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1813-1821, 2006.

CHIZZOTTI, M. L.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D.; CHIZZOTTI, F. H. M.; MARCONDES, M. I.; FONSECA, M. A. Consumo, digestibilidade e excreção de uréia e derivados de purinas em vacas de diferentes níveis de produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 138-146, Feb. 2007 .

COELHO DA SILVA, J. F.; LEÃO, M. I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livrocere, 1979. 380 p.

COUNETTE, G. H. M.; PRINS, R. A. Regulation of lactate metabolism in the rumen. **Vet. Res. Comm.**, v. 5, p. 101-115, 1981.

DADO, R. G.; ALLEN, M. S. Variation in and relationships among feeding, chewing and drinking variables for lactating dairy caws. **Journal of Dairy Science**, v. 77, p. 132, 1994.

DADO, R. G.; ALLEN, M. S. Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber on inert bulk. **Journal of Dairy Science**, v. 78, n. 1, p. 118-133, 1995.

DIRKSEN, G. Rumen function and disorders related to production disease. In: Proceedings VII INT. CONF. DIS. FARM ANIM., Ithaca, 1989. **Proceedings...** Ithaca: [s.n.], 1989. p. 350.

EDDY, A. L.; VANHOOGMOED, L. M.; SNYDER, J. R. The Role of Thermography in the Management of Equine Lameness. **Veterinary of Journal**, v. 162, p. 172-181, 2001.

ESTEVAM, D. D.; MILLEN, D. D. ; PEREIRA, I. C. ; RIZZIERI, R. A. ; MELO, G. F. ; PERDIGAO, A. ; MARTINS, C. L.; ARRIGONI, M. D. B. Effects of conventional dietary adaptation over periods of 6, 9, 14, and 21 days on feedlot performance and carcass traits of Nelore cattle. In: 2015 ADSA-ASAS Joint Annual Meeting, Orlando. **Journal of Animal Science**, v. 93. p. 723-723, 2015.

FERREIRA, F. A. **Efeito do processamento do concentrado sobre a seleção de dieta por bovinos**. 2003. 109 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2003.

FUJIHARA, T.; ØRSKOV, E. R.; REEDS, P. J.; Kyle, D. J. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. **Journal of Agriculture Science**, v. 109, p. 7-12, 1987.

HURNIK, J. F.; DEBOER, S.; WEBSTER, A. B. Detection of health disorders in dairy cattle utilizing a thermal infrared scanning technique. **Canadian Journal Animal Science**, v. 64, p. 1071–1073, 1984.

KASTELIC, J. P.; COOK, R. B.; COULTER, G. H.; WALLINS, G. L.; ENTZ, T. Environmental factors affecting measurement of bovine scrotal surface temperature with infrared thermography. **Animal Reproduction Science**, v. 41, p. 153–159, 1996.

KREHBIEL, C. R.; RUST, S. R.; ZHANG, G. and GILLILAND, S. E. Bacterial direct-fed microbials in ruminant diet: performance response and mode of action. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. E120-E132, 2003.

KOTRBA, R.; KUNC, P.; GÜRDİL, G. A. K.; PINAR, Y.; SELVÍ, K. C. Applications of infrared thermography in animal production. **Journal of the Faculty of Agriculture**, v. 22, p. 329-336, 2007.

KYRIAZAKIS, I., TOLKAMP, B. J.; EMMANS, G. Diet selection and animal state: an integrative framework. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 58, p. 765–772, 1999.

MENDONÇA, S. S.; CAMPOS, S. C.; VALADARES FILHO, R. F. D. Comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana de açúcar ou silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 723-728, 2004.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G. C. (Ed.) **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p. 450-493.

MEYER, J. H. F.; MACKIE, R. I. Microbiological evaluation of the intraruminal in sacculus digestion technique. **Applied Environment Microbiology**, Washington, v. 51, p. 622-629, 1986.

- MILLEN, D. D.; PACHECO, R. D. L.; ARRIGONI, M. D. B.; GALYEAN, M. L.; VASCONCELOS, J. T. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 3427-3439, 2009.
- MONTANHOLI, Y. R.; ODONGO, N. E.; SWANSON, K. C.; SCHENKEL, F. S.; MCBRIDE, B. W.; MILLER, S. P. Application of infrared thermography as an indicator heat and methane production and its use in the study of skin temperature in response to physiological events in dairy cattle (*Bos taurus*). **Journal of Thermal Biology**, v. 33, p. 473-475, 2008.
- MONTEIRO, S. N.; MARTORANO, L. G.; LUCAS, R. C.; FERNANDES, P. C. C.; CASTRO, V. C. G. Metodologia de estimativa do consumo e digestibilidade em ruminantes usando marcadores nalcano e dióxido de titânio. In: ENCONTRO AMAZÔNICO DE AGRÁRIAS: segurança alimentar: diretrizes para Amazônia, 7., 2015, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: UFRA, 2015. 1 CD-ROM.
- NAGARAJA, T. G.; TITGEMEYER, E. C. Ruminal acidosis in beef cattle: the current microbiological and nutritional outlook. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, sup., p. E17-E38, 2007.
- NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7. ed. Washington, D.C.: National Academy, 2000. 242 p.
- NOCEK, J. E.; HEALD, C. W.; POLAN, C. E. Influence of ration of physical form and nitrogen availability on ruminal morphology of growing bull calves. **Journal of Dairy Science**, v. 67, p. 334, 1984.
- NOCEK, J. E.; GRANT, A. L. Characterization of in situ nitrogen and fiber digestion and bacterial nitrogen contamination of hay crop forages preserved at different dry matter percentage. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 64, p. 552-564, 1987.
- OLIVEIRA, C. A.; MILLEN, D. D. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. **Animal Feed Science Technology**, v. 197, p. 64-75, 2014.
- OLIVEIRA, A. S.; COSTA, M. A. L.; CECON, P. R.; VALADARES, R. F. D.; OLIVEIRA, G. A. D.; SILVA, R. M. N. D.; VALADARES FILHO, S. D. C. Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite em vacas alimentadas com quatro níveis de compostos nitrogenados não protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 4, p. 1358-1366, 2001.
- ORSKOV, E. R. The in situ technique for the estimation of forage degradability in ruminants. In: GIVENS, D. I.; OWEN, E.; AXFORD, R.F.E.; Omed, H. M. (Eds.) Forage evaluation in ruminant nutrition. London: CAB International, 2000. p.175 - 188.
- OWENS, F. N.; GOETSCH, A. L. Fermentación ruminal. In: CHURCH, D.C. **El ruminante, fisiología digestiva y nutrición**. Zaragoza: Acríbia, 1993. p.159-190.
- OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J.; GILL, D. R. Acidosis in cattle: a review. **Journal of Animal Science**, v. 76, n. 275-286, 1998.

PACHECO, R. D. L. **Monensina sódica ou anticorpos policlonais contra bactérias precursoras de distúrbios nutricionais em bovinos induzidos à acidose ruminal.** 2010. 131 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

PACHECO, R. D. L.; MILLEN, D. D.; DILORENZO, N.; MARTINS, C. L.; MARINO, C. T.; FOSSA, M. V.; BEIER, S. L.; DICOSTANZO, A.; RODRIGUES, P. H. M.; ARRIGONI, M. D. B. Effects of feeding a multivalent polyclonal antibody preparation on feedlot performance, carcass characteristics, rumenitis and blood gas profile in *Bos indicus* biotype yearling bulls. **Journal of Animal Science**, v. 90, p. 1898-1909, 2012.

PARRA, F. S. **Protocolos de adaptação à dietas de alta inclusão de concentrados para bovinos Nelore confinados.** 2011. 171 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

PARRA, F. S.; RONCHESEL, J. R.; ARRIGONI, M. D. B.; MARTINS, C. L.; MILLEN, D. D. et al. Effects of restricted versus conventional dietary adaption over periods of 14 and 21 days on rumen papillae of feedlot Nelore cattle. **Journal of Animal Science**. v. 89 (Suppl. 1), p. 616, 2011.

PASSINI, R.; RODRIGUES, P. H. M.; CASTRO, A. L.; SILVEIRA, A. C. Parâmetros de fermentação ruminal em bovinos alimentados com grãos de milho ou sorgo de alta umidade ensilados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p. 1266- 1274, 2003.

PERDIGÃO, A.; MILLEN, D. D.; BRICHI, A. L. C.; VICARI, D. V. F.; FRANZÓI, M. C. S.; BARDUCCI, R. S.; MARTINS, C. L.; ESTEVAM, D. D.; CESAR, M. T.; ARRIGONI, M. D. B. Effects of restricted vs. Step up dietary adaptation for 6 or 9 days on feedlot performance, feeding behaviour, ruminal and blood variables of Nelore cattle. **Journal of Animal Physiology Nutrition**, v.108, v.1, p. 224-234, 2018.

PLAIZIER, J. C.; KRAUSE, D. O.; GOZHO, G. N.; MCBRIDE, B. W. Subacuteruminal acidosis in dairy cows, the physiological causes, incidence and consequences. **Vet J.**, v. 176, p. 21–31, 2009. doi: 10.1016/j.tvjl.2007.12.016.

PINTO, A. C. J.; MILLEN, D. D. Situação atual da engorda de bovinos em confinamento e modelos nutricionais em uso. In: VALADARES FILHO, S. C. (Org.). **Simpósio de Produção de Gado de Corte: X Simcorte**. 1. ed. v.1. Viçosa, MG: UFV, 2016. p. 103-120.

POLAT, B.; COLAK, A.; CENGIZ, M.; YANMAZ, L. E.; ORAL, H.; BASTAN, A.; KAYA, S.; HAYIRLI, A. Dairy cows I. **Journal of Dairy Science**, v. 93, p. 3525-3532, 2010.

RENNÓ, L. N.; VALADARES, R. F. D.; LEÃO, M. I.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; CECON, P. R.; DIAS, H. L. C.; COSTA, M. A. L.; OLIVEIRA, R. V. Estimativa da produção de proteína microbiana pelos derivados de purinas na urina em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 1223-1234, 2000.

RENNÓ, L. N. **Consumo, digestibilidade total e parcial, produção microbiana, parâmetros ruminais e excreções de ureia e creatinina em novilhos alimentados com dietas contendo quatro níveis de ureia ou dois de proteína.** 2003. 252 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.

RENNÓ, L. N.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D. Níveis de proteína na ração de novilhos de quatro grupos genéticos: estimativa da produção de proteína

microbiana por intermédio dos derivados de purinas na urina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. (CD-ROM).

RIGUEIRO, A. L. N.; WATANABE, D. H. M.; PEREIRA, M. C. S.; SILVA, J.; CARRARA, T. V. B.; FRANZOI, M. C. S.; BARDUCCI, R. S.; ARRIGONI, M. D. B.; PERNA JÚNIOR, F. P.; CAETANO, M.; LANNA, D. P. D.; MILLEN, D. D. Effects of restricted versus conventional dietary adaptation over periods of 9 and 14 days on total tract digestibility of dry matter and starch of feedlot Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, v. 91 (E-Suppl. 2), p. 255, 2013.

ROBERTO, J. V. B.; SOUZA, B. B. Fatores ambientais, nutricionais e de manejo e índices de conforto térmico na produção de ruminantes no semiárido. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v. 6, p. 08-13, 2011.

SCHAEFER, A. L.; COOK, N. J.; CHURCH, J. S.; BASARAB, J.; PERRY, B.; MILLER, C.; TONG, A. K. W. The use of infrared thermography as an early indicator of bovine respiratory disease complex in calves. **Research in Veterinary Science**, v. 83, p. 376–384, 2007.

SILVA, R. M. N.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; RENNÓ, L. N.; SILVA, J. M. Uréia para vacas em lactação. 2. Estimativas do volume urinário, da produção microbiana e da excreção de uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 1948-1957, 2001.

STEWAR, M.; WEBSTER, J. R.; SCHAEFER, A. L.; COOK, N. J.; SCOTT, S. L. Infrared thermography as a non-invasive tool to study animal welfare. **Animal Welfare**, v. 14, p. 319-325, 2005.

THIAGO, L. R. L.; GILL, M.; SISSONS, J. W. Studies of conserving grass herbage and frequency of feeding in cattle. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 67, n. 3, p. 339-336, 1992.

VALADARES FILHO, S. C. Utilização da técnica in situ para a avaliação de alimentos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES; REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 1994. p. 95-118.

VALADARES, R. F. D.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUEZ, N. M.; SAMPAIO, I. B.; VALADARES FILHO, S. D. C.; QUEIROZ, A. D. Níveis de proteína em dietas de bovinos: 1. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n. 26, p. 1252-1258, 1997a.

VALADARES, R. F. D.; BRODERICK, G. A.; VALADARES FILHO, S. C.; CLAYTON, M. K. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v. 82, p. 2686-2696, 1999.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. London: Comstock Publishing Associates, 1994. 476 p.

VERBIC, J. **Factors affecting microbial protein synthesis in the rumen with emphasis on diets containing forages**: viehwirtschaftliche fachtagung, milchproduktion und rindermast. Germany: Gumpenstein, 2002. p.1-10.

WATANABE, D. H. M.; RIGUEIRO, A. L. N.; BARDUCCI, R. S.; MARTINS, C. L.; ARRIGONI, M. D. B.; PEREIRA, M. C. S.; SILVA, J.; BARRARA, T. V. B.; PERNA JUNIOR, F.; FRANZOI, M. C. S.; MILLEN, D. D. Effects of restricted versus conventional dietary adaptation over periods of 9 and 14 days on total tract digestibility of NDF and TDN of feedlot Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, v. 91 (E-Suppl. 2), p. 17-18, 2013.

CAPÍTULO 2

2.1 INTRODUÇÃO

Os confinamentos brasileiros vem aumentando nos últimos anos. Para minimizar a ocorrência de distúrbios metabólicos e manter a eficiência e desempenho dos animais durante o período de confinamento, torna-se necessário realizar a adaptação à dietas de alto concentrado nesses animais. Estudos recentes propõem 14 dias para uma boa adaptação (PARRA et al., 2011; BARDUCCI et al., 2013; ESTEVAM et al., 2015 e PERDIGÃO et al., 2018).

Em tais estudos os animais não haviam sido submetidos à restrição nutricional e nem consumiam ingredientes concentrados anteriormente à fase de adaptação. Além disso, tais animais foram submetidos ao período de recebimento, no qual passaram dez dias consumindo apenas forragem e sal mineral, afim de atender as exigências de manutenção desses animais e eximir qualquer efeito anterior a fase de confinamento.

Em confinamentos comerciais, bovinos provenientes de pastagens com suplementação de ingredientes concentrados, e também vindos de sistema de pastagem com oferta de alimento incapaz de suprir as exigências para manutenção, são adaptados da mesma forma que aqueles provenientes de sistemas de pastagem apenas com suplementação de mistura mineral completa.

Desta forma, a hipótese é que animais submetidos a restrição nutricional ou ao consumo de ingredientes concentrados antes do período de confinamento apresentam diferenças no comportamento ingestivo e aproveitamento dos nutrientes na fase de terminação quando comparados à bovinos Nelore sob pastejo *ad libitum* na fase de pré-adaptação. Ligado à isso, hipotetizou-se também que através do uso imagens termográficas por meio de câmera termográfica é possível identificar distúrbios metabólicos ruminais (acidose ruminal) de bovinos Nelore.

O objetivo foi comparar a produção de proteína microbiana, pH, dinâmica ruminal, digestibilidade e degradabilidade ruminal de nutrientes, comportamento ingestivo, seletividade da dieta e imagens termográficas de bovinos Nelore submetidos a um período de restrição alimentar ou que consumiram concentrado antes da entrada no confinamento na fase de terminação.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Local do experimento

O estudo foi conduzido na Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas (FCAT) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Dracena, no confinamento experimental de bovinos de corte.

As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas (FCAT) – UNESP, Campus de Dracena. As análises de urina foram realizadas na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo – Campus Pirassununga no Laboratório de Nutrição de Ruminantes (fistulados).

2.2.2 Animais

Foram utilizados 6 animais da raça Nelore, não castrados, com peso vivo aproximado de 236 ± 23 kg com 20 meses de idade e canulados no rúmen. O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) do Campus de Dracena e sob protocolo nº 21/2016.R1 – CEUA.

2.2.3 Alojamento

As baias apresentavam piso parcialmente concretadas, com boa facilidade na circulação do ar, com lotação de 1 animal por baia (72 m² de área de baia e 6 m linear de cocho por animal), sempre com água à vontade disponível em bebedouro automático. Durante todo o experimento os animais foram mantidos na mesma baia.

2.2.4 Manejo e arraçoamento dos animais

Os seis bovinos Nelore canulados no rúmen foram submetidos ao mesmo fornecimento de dietas, tipo de alojamento e manejo. O arraçoamento foi feito uma vez ao dia (08h00).

Os animais foram submetidos a duas fases de avaliação, as quais foram denominadas: pré-adaptação (14 dias) e alimentação com alta energia (19 dias; adaptação e terminação), de acordo com a Figura 3.

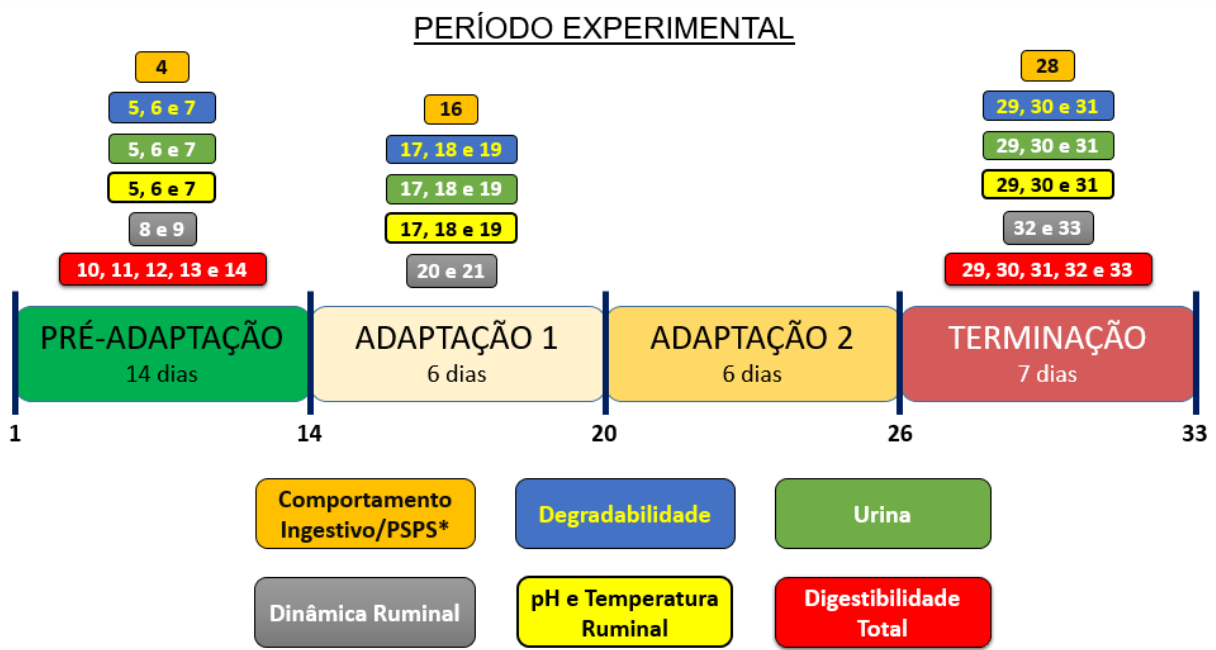


Figura 3 - Calendário de coletas de amostras durante o período experimental (Nota: *Penn State Particle Separator). Fonte: Elaborado pelo autor.

As rações experimentais foram formuladas segundo o LRNS (*Large Ruminant Nutrition System*, FOX et al. 2004), nível 2, cujos níveis estão apresentados nas Tabelas 1 e 2. A composição bromatológica dos ingredientes utilizados no experimento estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 1. Composição e conteúdo nutricional das dietas experimentais fornecidas aos bovinos Nelore canulados no rúmen durante a fase de pré-adaptação.

Tratamentos	Controle*	Restrição**	Concentrado
Ingredientes (% MS)³			
Feno de <i>Tifton</i> ³	97,38	97,38	79,44
Milho moído fino	-	-	16,67
Farelo de algodão	-	-	1,56
Ureia	0,75	0,75	0,67
Sal mineral ¹	1,88	1,88	1,67
Conteúdo Nutricional			
Matéria Seca (MS)	88,00	88,00	88,00
Nutrientes Digestíveis Totais (%MS)	46,00	46,00	53,00
Proteína Bruta (%MS)	12,40	12,40	12,50
Fibra em Detergente Neutro (%MS)	73,50	73,50	62,90
PeNDF ² (%MS)	70,00	70,00	58,00
Ca (%MS)	0,58	0,58	0,53
P (%MS)	0,24	0,24	0,27
Consumo previsto (% PV)			
Volumoso	1,8	1,4	1,8
Concentrado	-	-	0,5

¹Ca: 9,80%; P: 4,50%; Mg: 4,40%; K: 6,15%; Na: 11,45%; Cl: 6,60%; S: 4,00%; Co: 48,50 ppm; Cu: 516,00 ppm; Fe: 30,00 ppm; Mn: 760,00 ppm; Se: 9,00 ppm; Zn: 2516,50 ppm; monensina sódica: 2000,00 ppm; ²Fibra em detergente neutro fisicamente efetiva; *O tratamento Controle recebeu 1,8% do PV de Feno de *Tifton*. **O tratamento Restrição recebeu 1,4% do PV de Feno de *Tifton*; ³Feno de *Tifton* 85 picado a 2 e 3 cm. A fase de pré-adaptação durou de 14 dias.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 2. Composição e conteúdo nutricional das dietas experimentais fornecidas aos bovinos Nelore canulados no rúmen durante a fase de alimentação com alta energia (adaptação e terminação).

Dietas	Adaptação 1	Adaptação 2	Terminação
Nível de Concentrado (%)	72	79	86
Ingredientes (% MS)			
Bagaço <i>in natura</i>	14,00	10,50	7,00
Feno de <i>Tifton</i> *	14,00	10,50	7,00
Grãos de milho quebrados	51,00	60,50	73,50
Farelo de Algodão	18,70	15,70	9,00
Ureia	0,80	1,00	1,20
Calcário	0,50	0,60	0,80
Suplemento Mineral ¹	1,00	1,20	1,50
Conteúdo Nutricional			
Matéria Seca (MS)	73,00	76,00	80,00
Nutrientes Digestíveis Totais (%MS)	69,00	72,00	75,00
Proteína Bruta (%MS)	15,00	15,00	14,10
Fibra em Detergente Neutro (%MS)	36,80	31,30	24,70
PeNDF ² (%MS)	27,00	23,00	19,00
Ca (%MS) ³	0,61	0,65	0,72
P (%MS) ³	0,46	0,46	0,42

¹Ca: 9,80%; P: 4,50%; Mg: 4,40%; K: 6,15%; Na: 11,45%; Cl: 6,60%; S: 4,00%; Co: 48,50 ppm; Cu: 516,00 ppm; Fe: 30,00 ppm; Mn: 760,00 ppm; Se: 9,00 ppm; Zn: 2516,50 ppm; monensina sódica: 2000,00 ppm; ²Fibra em detergente neutro fisicamente efetiva; *Feno de *Tifton* 85 picado a 2 e 3 cm. A fase de Adaptação 1 e 2 duraram 6 dias cada e a fase de Terminação durou 7 dias.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 3. Composição nutricional dos ingredientes fornecidos aos animais durante o período experimental (fases de pré-adaptação, adaptação e terminação).

Composição nutricional	Ingrediente (% da MS ¹)			
	Feno de <i>Tifton</i>	Bagaço de cana	Milho	F. Algodão
Matéria seca	91,71	70,25	90,96	88,89
Proteína bruta ²	10,23	1,60	8,74	40,76
Fibra em detergente neutro ³	68,70	62,56	10,04	28,65
Fibra em detergente ácido ³	32,94	58,90	3,25	20,80
Extrato etéreo ⁴	1,50	1,00	3,70	1,60
Matéria mineral ⁵	6,50	2,50	1,40	1,09

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

As rações da fase de alimentação de alta energia foram fornecidas *ad libitum* e submetidas diariamente a ajustes de quantidade, com base na quantidade de sobra nos cochos, a qual foi mantida em 7% da quantidade oferecida.

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

O protocolo de adaptação utilizado foi em escada (*step up*), ou seja, foram fornecidas duas dietas de adaptação, as quais continham 72% (Adaptação 1) e 79% (Adaptação 2) de concentrado, fornecidas durante seis dias cada uma. A dieta de terminação foi composta por 86% de ingredientes concentrados (Tabela 2), fornecida durante sete dias.

2.2.5 Delineamento experimental e tratamentos

O estudo teve duração de 115 dias: 14 dias de pré-adaptação e 19 dias de alimentação com alta energia em cada período, com intervalo de 8 dias (*washout*) entre cada repetição.

O delineamento experimental foi realizado em 2 quadrados latinos contemporâneos 3 x 3. Os animais foram divididos aleatoriamente em três tratamentos sendo: Controle (volumoso *ad libitum* + suplemento mineral); Restrição (volumoso restrita a 1,4% do peso vivo (PV) + suplemento mineral) e Concentrado (volumoso *ad libitum* + 0,5% do peso vivo de ingredientes concentrados) cujos níveis estão apresentados na Tabela 1.

O tratamento “Controle” recebeu apenas forragem (feno de Tifton) e suplemento mineral, sendo que a forragem foi fornecida *ad libitum* para atender requerimentos de manutenção de um bovino em pastejo sem restrição quantitativa. O segundo tratamento, chamado de “Restrição”, recebeu a mesma dieta que o tratamento Controle (feno de Tifton e suplemento mineral), porém o feno oferecido foi limitado a 1,4% do PV, para reproduzir a situação daquele animal que passou restrição alimentar no período anterior ao confinamento, e que ingere o alimento com mais voracidade no início da adaptação em confinamento. O tratamento denominado “Concentrado” foi fornecido feno de Tifton *ad libitum* e 0,5% do PV de concentrado, para reproduzir a situação similar àqueles animais que chegam ao confinamento e que já consumiam concentrado.

2.2.7 Comportamento ingestivo

Os animais foram submetidos a três observações visuais para avaliação do comportamento ingestivo, nos dias 4 (fase de pré-adaptação), 16 (fase de adaptação) e 28 (fase de terminação) de cada período experimental.

Para cada avaliação de comportamento ingestivo, foi seguida a metodologia de Robles et al. (2007), em que o comportamento dos animais foi registrado a cada cinco minutos, por um período de 24 horas consecutivas. Durante as observações foram coletados dados para se determinar o tempo despendido em alimentação, ruminação e ócio, expressos em minutos, tempo de alimentação por refeição (**TALREF**), número de idas ao bebedouro e número de refeições por dia estimada pela quantidade de idas ao cocho.

Em cada período de observação, também foram coletadas amostras das rações fornecidas e das sobras após 24 horas, as quais foram congeladas e posteriormente, por meio de análises bromatológicas de matéria seca (AOAC, 1995) e FDN (VAN SOEST, 1991), determinou-se a quantidade ingerida desses nutrientes por cada animal. Conseqüentemente, foi determinado o tempo médio e o CMS por refeição, assim como a taxa de ruminação e alimentação da massa seca, bem como a taxa de ruminação e alimentação da FDN, segundo metodologia proposta por Carvalho et al. (2006).

2.2.8 Seletividade da dieta (PSPS)

Nos dias de cada observação de comportamento ingestivo (4, 16 e 28 de cada período experimental) foram coletadas amostras da dieta total logo após o fornecimento e das sobras das 24 baias no dia subsequente para se determinar a distribuição das partículas usando-se um separador de partículas (Penn State Particle Separator, Nasco, Fort Atkinson, WI, EUA) como descrito por Heinrichs e Kononoff (1996), para analisar a extensão da seleção, expressa na forma de índice de preferência. O índice de preferência

foi calculado para cada porção retida em cada peneira, individualmente. As frações da matéria natural das amostras retidas em cada peneira e na caixa sólida foram pesadas para se determinar a distribuição das partículas da amostra conforme o tamanho. A peneira 1 (partículas longas) possui diâmetro de 19 mm, a peneira 2 (partículas médias) possui diâmetro de 8 mm, a peneira 3 (partículas curtas) possui diâmetro de 1,18 mm e a caixa (partículas finas) retém partículas menores que 1,18 mm. O índice de seleção foi calculado como a **ingestão atual** dividido pela **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) multiplicado pela ingestão de matéria natural. A **ingestão atual** foi calculada como a quantidade de ração oferecida multiplicado pela distribuição do tamanho de partículas da dieta total, subtrai-se a quantidade de sobras, multiplicado pela distribuição do tamanho de partículas das sobras (%). Portanto, índices de seleção de 1, menor que 1 e maior que 1, indicaram: ausência de seleção, seleção contra e seleção a favor, respectivamente, de acordo com a peneira ou caixa avaliada (LEONARDI E ARMENTANO, 2003).

2.2.9 Avaliação da digestibilidade aparente total da MS e dos nutrientes

A digestibilidade *in vivo* da MS e suas frações (proteína bruta, matéria mineral (**MM**), extrato etéreo (**EE**), extrativo não nitrogenado (**ENN**), FDN, fibra em detergente ácido (**FDA**), nutrientes digestíveis totais (**NDT**) e AMIDO) foram determinadas por meio do marcador de dióxido de titânio. Para tal, do dia 5 a 13 e 24 a 32 de cada período experimental foram ministrados dióxido de titânio (1 g/kg MS) via cânula ruminal, sendo 5 dias para adaptação e dos dias 10 a 14 e 29 a 33 foram realizadas coletas de amostras de fezes, rações e sobras, duas vezes ao dia. Das amostras coletadas, foram feitas amostras compostas e retirada alíquotas de 200 g, as quais foram armazenadas em freezer até o momento da determinação da concentração de dióxido de titânio, segundo Pezzato et al. (2002). Os coeficientes de digestibilidade aparente (**CDA**) foram calculados com base no teor de dióxido de titânio (TiO_2) das amostras de ração, sobras e das fezes, mediante a seguinte fórmula:

$$CD_{(n)} = 100 - \left[100 \left(\frac{\% TiO_{2r}}{\% TiO_{2f}} \right) \times \left(\frac{\% Nf}{\% Nr} \right) \right]$$

Onde:

CD(n) = Digestibilidade aparente do nutriente;

% TiO_{2r} = % de dióxido de titânio na ração;

% TiO_{2f} = % de dióxido de titânio nas fezes;

%Nr = % de nutrientes na ração;

%Nf = % de nutrientes nas fezes.

A avaliação do Coeficiente de Digestibilidade da MS e dos nutrientes foi calculada multiplicando o consumo dos nutrientes pelos respectivos coeficientes de digestibilidade e dividindo por 100.

2.2.10 Degradabilidade *in situ*

O ensaio de degradabilidade *in situ* foi realizado nos dias 5, 6 e 7 (fase de pré-adaptação); 17, 18 e 19 (fase de adaptação) e 29, 30 e 31 (fase de terminação) de cada um dos três períodos experimentais, segundo metodologia proposta por Mehres e Orskov (1977).

Foram utilizados sacos de náilon, com porosidade de 50 micras, medindo 10,0 x 19,0 cm que abrigaram cerca de 10 g das amostras das dietas experimentais, previamente secas, em estufa a 65°C por 72 horas. Os sacos foram pesados em balança analítica de precisão e, após serem amarrados, foram armazenados em câmara fria até o momento do uso. Conseqüentemente, os sacos foram incubados nos animais durante 24 horas nos dias descritos acima e, após a retirada do rúmen, estes foram lavados em água corrente até o líquido de lavagem fluir incolor, e levados à estufa sob 65°C por 72 horas, para posterior pesagem e análise bromatológica de matéria seca, amido (POORE et al., 1993), proteína bruta (AOAC, 1995), FDN e FDA (VAN SOEST et al., 1991), matéria mineral (AOAC, 1995), ENN e NDT.

Os percentuais de degradabilidade da MS e dos nutrientes foram calculados por meio da fórmula descrita abaixo.

$$DG\% = 100 \times [01 - (PSPI - PSV)/(PSAI - PSV)]$$

Onde:

DG% = degradabilidade em porcentagem;

PSPI = peso do saco após incubação;

PSAI = peso do saco antes da incubação;

PSV = peso do saco vazio.

2.2.11 Avaliação da dinâmica ruminal

A dinâmica ruminal foi avaliada nos dias 8 e 9 (fase de pré-adaptação), 20 e 21 (fase de adaptação), 32 e 33 (fase de terminação) de cada período experimental utilizando a técnica do esvaziamento deste órgão. O conteúdo ruminal foi coletado em dois períodos,

um considerado como de maior enchimento ruminal (três horas após a alimentação) e outro, de menor enchimento ruminal (antes do fornecimento da alimentação pela manhã). O conteúdo ruminal foi retirado manualmente, via cânula ruminal, e colocado em baldes plásticos. A separação de sólidos e líquidos foi efetuada pela filtragem da porção líquida através de uma peneira (5 mm de poros), segundo a metodologia adaptada de Dado e Allen (1995).

O material sólido e líquido foram pesados separadamente. Uma alíquota de 600 g da amostra sólida e líquida (em base da % da proporção) foi retirada e colocada em bandejas de alumínio previamente identificadas para mensuração do teor de MS do conteúdo e o restante de todo o conteúdo coletado foi recolocado no rúmen. A massa sólida total foi corrigida pelo teor de MS do conteúdo.

A partir da massa sólida, da massa líquida e do CMS foi possível calcular as seguintes variáveis por meio das equações 1 e 2, estimando a dinâmica ruminal, respectivamente:

Taxa de desaparecimento da massa sólida (%/hora):

$$\text{Taxa de desaparecimento (\%h)} = 100 \times \frac{\text{Consumo de MS (kg/d)}}{\text{Volume sólido (kg)}}$$

Taxa de desaparecimento da massa sólida (kg/h):

$$\text{Taxa de desaparecimento (kg/h)} = \text{Massa sólida total} \times \frac{\text{Taxa de desaparecimento (\%h)}}{100}$$

2.2.12 Estimativa de produção de proteína microbiana

A produção de proteína microbiana (**PM**) foi estimada pelos derivados de purina (creatinina, alantoína e ácido úrico) na urina, segundo a metodologia proposta por Fujihara et al. (1987), descrita por Chen e Gomes (1992). Foram coletadas amostras de 50 mL de urina (amostra spot) de todos os animais nos dias 5 a 7, 17 a 19 e 29 a 31 de cada período experimental, duas vezes ao dia (manhã e tarde), durante micção voluntária. As amostras foram compostas, a urina foi filtrada e amostras de 10 mL foram retiradas e diluídas imediatamente em 40 mL de ácido sulfúrico a 0,036N, para evitar destruição bacteriana nos derivados de purinas e precipitação de ácido úrico. As amostras foram armazenadas a -15°C para posteriores análises de creatinina, alantoína e ácido úrico.

A concentração de creatinina foi utilizada para estimar o volume total urinário. A creatinina foi determinada com o uso de kits comerciais, pelo método de ponto final, com utilização de picrato e acidificante.

As análises de alantoína e de ácido úrico na urina foram feitas pelo método colorimétrico, segundo Chen e Gomes (1992). A excreção total de derivados de purina (DP, mmol/dia) foi calculada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretadas na urina.

As purinas absorvidas (Pabs, mmol/dia) foram calculadas utilizando-se a equação: $DP = 0,84 * Pabs + 0,236 * PV_{0,75}$, em que 0,84 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados de purina e $0,236 * PV_{0,75}$, a excreção de derivados de purina de origem endógena (BOERO et al., 2001).

A síntese ruminal de compostos nitrogenados (Nmic, g/dia) foi calculada em função das purinas absorvidas (Pabs, mmol/dia), utilizando-se a equação (CHEN; GOMES, 1992): $Nmic = (70 * Pabs) / (0,83 * 0,134 * 1000)$, em que 70 é o conteúdo de N nas purinas (mgN/mol), 0,134 a relação N purina:N total nas bactérias (VALADARES et al. 1999) e 0,83 a digestibilidade das purinas microbianas.

2.2.13 Mensuração do pH, temperatura e potencial oxi-redox ruminal

A mensuração de pH, temperatura e potencial oxi-redox foi realizada a cada 10 minutos por probes acopladas (*Bollus*) por dois pesos de 900 g para às manterem no saco ventral do rúmen segundo Penner et al. (2006) e Moya et al. (2011), durante os dias 5, 6 e 7 (fase de pré-adaptação); 17, 18 e 19 (fase de adaptação) e 29, 30 e 31 (fase de terminação) de cada um dos três períodos experimentais. Posteriormente, os dados coletados foram analisados e obtido o pH médio, temperatura média e potencial oxi-redox médio.

2.2.14 Temperatura corporal por meio fotos termográficas

As imagens foram retiradas todos os dias do período experimental dos 6 animais individualmente, no lado esquerdo, com a finalidade de retratar o rúmen. Os animais foram mantidos nas próprias baias para não influenciar o consumo dos mesmos. A metodologia utilizada foi de acordo com Basile et al. (2010), adaptada para as nossas condições. As imagens foram feitas no final da tarde (17:00 a 19:00), para que não houvesse influência expressiva da radiação solar. Os animais foram posicionados e a foto foi realizada a 1 metro de distância do animal, cobrindo toda a extensão do rúmen. A emissividade utilizada foi de

0,98. A câmera utilizada foi Testo[®]. A temperatura e umidade foram coletados diariamente por meio da estação Davis Vantage Pro 2, composto por um anemômetro, um pluviômetro e um sensor de temperatura/umidade, situados na melhor posição possível para garantir a acuidade dos dados. Posteriormente, as imagens foram analisadas com auxílio do software IRSoft[®].

As medidas das mensurações das temperaturas corporais dos bovinos através da câmera termográfica, para o parâmetro temperatura corporal do animal inteiro, foram avaliados 100 pontos pelo corpo todo do bovino. Já para o parâmetro temperatura ruminal superficial, foram avaliados 10 pontos pela região do rúmen. Para ambos parâmetros avaliados, foram feitas médias das temperaturas dos pontos mensurados.

O dados da câmera termográfica (temperatura ruminal superficial e temperatura corporal do animal inteiro) foram correlacionados com a temperatura interna do rúmen. Caso apresentasse alta correlação, os dados de pH e temperatura do rúmen, dinâmica ruminal e degradabilidade dos nutrientes obtidos neste estudo foram correlacionados com os dados da câmera termográfica (temperatura ruminal superficial e temperatura corporal do animal inteiro), com o objetivo de tentar se detectar acidose ruminal ou fermentação excessiva.

2.2.15 Análise estatística

Foram realizados testes de normalidade dos resíduos e de heterogeneidade de variâncias antes de se proceder a análise de variância, e quando necessário, os dados foram transformados. O efeito dos tratamentos foi considerado como fixo. Da mesma maneira, os efeitos de quadrado, período, quadrado*período, quadrado*tratamentos, animal (quadrado) e período*animal*tratamentos (quadrado), assim como quando apropriado interações destes com o tempo, foram considerados efeitos aleatórios. Os dados deste estudo foram analisados pelo PROC MIXED do SAS (2003), sendo o teste de Tukey utilizado para comparação entre médias quando necessário, considerando o nível de 10% de significância.

2.3 RESULTADOS

2.3.1 Consumo de Matéria Seca

Resultados de consumo de matéria seca estão apresentados na Tabela 4. Na fase pré-adaptação, o CMS (kg e %PV) apresentou diferença significativa ($P < 0,01$). Os animais

que consumiram concentrado antes do início da fase de adaptação apresentaram maior consumo seguido dos animais do grupo controle e, por fim, os animais que passaram por restrição.

Na fase de adaptação o CMS (kg e %PV) apresentou diferença significativa ($P < 0,01$), sendo que os animais do grupo concentrado apresentaram maior CMS (kg e %PV) dos demais animais.

Assim como na pré-adaptação e na adaptação, na fase de terminação o CMS ($P = 0,02$ para kg e $P = 0,01$ para %PV) também apresentou diferença significativa. Os animais que passaram por restrição alimentar apresentaram o menor CMS (kg e %PV) quando comparado aos animais do grupo controle e aos do grupo concentrado.

Tabela 4. Consumo de MS (kg e %PV) de bovinos Nelore canulados no rúmen submetidos previamente a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados: fases de pré-adaptação, adaptação e terminação.

Parâmetros avaliados	Tratamentos			EPM	Valor de P
	Controle	Restrição	Concentrado		
<i>Pré-adaptação</i>					
CMS ¹ , KG	5,15 ^b	3,87 ^c	5,51 ^a	0,31	<0,01
CMS, %PV ²	1,94 ^b	1,43 ^c	2,09 ^a	0,07	<0,01
<i>Adaptação</i>					
CMS, KG	7,41 ^b	7,20 ^b	7,91 ^a	0,55	<0,01
CMS, %PV	2,71 ^b	2,62 ^b	2,95 ^a	0,05	<0,01
<i>Terminação</i>					
CMS, KG	9,32 ^a	8,82 ^b	9,17 ^a	0,86	0,02
CMS, %PV	3,18 ^a	2,99 ^b	3,13 ^a	0,09	0,01

¹Consumo de matéria seca; ²Peso vivo. Fonte: Elaborado pelo autor.

2.3.2 Comportamento ingestivo e seletividade da dieta

Resultados de comportamento ingestivo e seletividade da dieta por meio da *Penn State Particle Separator* estão apresentados na Tabela 5. Para a variável tempo em ócio foi encontrado diferença significativa ($P = 0,04$) na fase de pré-adaptação e adaptação. Os animais restritos apresentaram maior tempo em ócio em ambas as fases. Já o tempo de ruminação foi semelhante ($P > 0,10$) em todas as fases para todos os animais (controle, restrição e concentrado). Para o tempo de alimentação, TALREF e número de refeições,

foram encontradas diferenças significativas ($P = 0,03$; $P = 0,01$; $P < 0,01$; respectivamente) apenas na fase de pré-adaptação, no qual, animais que consumiram concentrado e os do grupo controle passaram mais tempo se alimentando. Animais restritos apresentaram juntamente com o grupo controle maior TALREF e menor número de refeições.

Na fase de pré-adaptação, foram encontradas diferenças significativas ($P < 0,01$; $P = 0,09$; $P = 0,01$; respectivamente) para seleção de partículas longas, médias e finas, em que animais do grupo controle e os animais que consumiram concentrado preferiram (selecionaram a favor) mais partículas longas e menos partículas finas que aqueles que passaram por restrição nutricional.

Na fase de adaptação, foram encontradas diferenças significativas ($P < 0,10$) para todas as variáveis, onde os animais restritos apresentaram maiores seleções a favor (consumiram mais) para partículas longas e médias, e seleção contra (consumiram menos) à partículas finas. Entretanto, na fase de terminação, nenhuma variável apresentou diferença significativa ($P < 0,10$).

Em relação às idas ao bebedouro, animais do grupo restrição foram mais vezes ao bebedouro ($P = 0,06$) na fase de adaptação. Os animais que consumiram concentrado apresentaram mais idas ao bebedouro na fase de terminação ($P = 0,01$).

Os animais do grupo controle e do concentrado apresentaram CMS maior ($P = 0,02$ na fase pré-adaptação; $P < 0,01$ na fase de adaptação) comparado aos animais que passaram por restrição. O CMS por refeição apresentou diferença significativa em $P < 0,10$ nas fases de pré-adaptação e adaptação. O consumo do FDN foi maior nos animais do grupo controle do que nos animais que consumiram concentrado, que por sua vez foi maior que os animais submetidos à restrição alimentar ($P < 0,01$). Foi encontrado valores de $P = 0,02$ para taxa de ruminação da MS e $P = 0,01$ para a variável taxa de ruminação do FDN, nas quais os animais que passaram por restrição apresentaram os maiores valores.

Tabela 5. Comportamento ingestivo e seletividade da dieta de bovinos Nelore canulados no rúmen submetidos previamente a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados: fases de pré-adaptação, adaptação e terminação.

Parâmetros avaliados	Tratamentos			EPM	Valor de P
	Controle	Restrição	Concentrado		
<i><u>Pré-adaptação (dia 4)</u></i>					
Tempo em ócio, min	591,67 ^b	715,00 ^a	624,17 ^b	41,57	0,04
Tempo em ruminação, min	477,50	420,00	461,67	25,93	0,14
Tempo de alimentação, min	353,33 ^a	287,50 ^b	342,50 ^a	23,93	0,03
TALREF ¹ , min	25,57 ^a	24,76 ^a	18,75 ^b	1,97	0,01
Número de refeições, n	14,17 ^b	12,00 ^b	18,33 ^a	1,11	<0,01
Idas ao bebedouro, n	6,83	5,67	4,83	1,65	0,29
CMS ² , kg	5,25 ^a	3,56 ^b	4,85 ^a	0,45	0,02
CMS por refeição, kg	0,38 ^a	0,31 ^b	0,27 ^b	0,04	0,01
TA ³ da MS, min/kg da MS	69,55	81,19	73,56	10,44	0,16
TR ⁴ da MS, min/kg da MS	92,36 ^b	118,11 ^a	98,74 ^b	8,90	0,02
Consumo de FDN ⁵ , kg	4,08 ^a	2,73 ^c	3,63 ^b	0,29	<0,01
TA do FDN, min/kg da MS	89,08	106,04	97,00	12,68	0,11
TR do FDN, min/kg da MS	117,99 ^b	154,28 ^a	130,84 ^b	10,02	0,01
<i><u>Seletividade da dieta</u></i>					
Longa ⁶	1,08 ^a	1,00 ^b	1,08 ^a	0,02	<0,01
Média ⁷	1,03 ^a	1,00 ^{ab}	0,96 ^b	0,04	0,09
Curta ⁸	0,99	1,00	0,98	0,01	0,12
Fina ⁹	0,86 ^b	0,98 ^a	0,79 ^b	0,04	0,01
<i><u>Adaptação (dia 16)</u></i>					
Tempo em ócio, min	729,17 ^{ab}	781,67 ^a	695,00 ^b	43,51	0,04
Tempo em ruminação, min	437,50	405,00	451,67	34,94	0,18
Tempo de alimentação, min	258,33	237,50	270,00	25,21	0,23
TALREF ¹ , min	17,14	15,61	19,23	2,02	0,18
Número de refeições, n	16,17	16,17	15,50	2,36	0,91
Idas ao bebedouro, n	10,83 ^{ab}	11,83 ^a	9,50 ^b	1,48	0,06
CMS ² , kg	5,09 ^a	4,23 ^b	5,46 ^a	0,49	<0,01
CMS por refeição, kg	0,35 ^{ab}	0,30 ^b	0,42 ^a	0,08	0,08
TA ³ da MS, min/kg da MS	52,85	57,56	53,39	8,82	0,47
TR ⁴ da MS, min/kg da MS	88,84	98,49	89,68	14,24	0,39
Consumo de FDN ⁵ , kg	2,69	2,23	2,56	0,42	0,36
TA do FDN, min/kg da MS	119,06	111,98	127,32	26,84	0,85
TR do FDN, min/kg da MS	202,11	190,18	210,97	51,77	0,89
<i><u>Seletividade da dieta</u></i>					
Longa ⁶	0,89 ^b	1,21 ^a	0,98 ^b	0,09	0,07
Média ⁷	0,99 ^b	1,22 ^a	1,03 ^b	0,04	<0,01
Curta ⁸	1,04 ^a	1,05 ^a	1,01 ^b	0,01	0,02
Fina ⁹	1,03 ^a	0,82 ^b	1,06 ^a	0,34	0,06
<i><u>Terminação (dia 28)</u></i>					
Tempo em ócio, min	855,83	884,17	855,17	22,25	0,14
Tempo em ruminação, min	349,17	337,50	345,83	25,76	0,81
Tempo de alimentação, min	214,17	199,17	214,17	12,70	0,32
TALREF ¹ , min	12,86	14,09	12,83	1,22	0,46
Número de refeições, n	17,67	15,17	17,00	2,09	0,15
Idas ao bebedouro, n	8,50 ^b	8,50 ^b	13,00 ^a	2,73	0,01

CMS ² , kg	5,83	5,99	5,87	0,58	0,79
CMS por refeição, kg	0,37	0,43	0,36	0,08	0,39
TA ³ da MS, min/kg da MS	39,30	33,83	37,47	5,58	0,23
TR ⁴ da MS, min/kg da MS	61,97	57,74	60,63	10,00	0,43
Consumo de FDN ⁵ , kg	2,13	2,16	2,07	0,17	0,86
TA do FDN, min/kg da MS	106,57	94,57	105,61	12,99	0,50
TR do FDN, min/kg da MS	173,89	159,28	168,54	21,54	0,65
<u>Seletividade da dieta</u>					
Longa ⁶	1,16	1,08	1,09	0,03	0,13
Média ⁷	1,04	1,07	1,07	0,03	0,36
Curta ⁸	1,03	1,03	1,03	0,02	0,84
Fina ⁹	0,98	0,93	0,94	0,03	0,37

¹Tempo de alimentação por refeição; ²Consumo de matéria seca; ³Taxa de alimentação; ⁴Taxa de ruminação; ⁵Fibra em detergente neutro; ⁶Seletividade de partículas longas; ⁷Seletividade de partículas médias; ⁸Seletividade de partículas curtas; ⁹Seletividade de partículas finas. Fonte: Elaborado pelo autor.

2.3.3 Avaliação da digestibilidade aparente total da MS e dos nutrientes

Resultados de digestibilidade aparente total da MS e dos nutrientes estão apresentados na Tabela 6. Foram encontradas diferenças significativas ($P < 0,10$) em todas as variáveis de digestibilidade (MO, MS, FDN, FDA, amido, ENN, PB, EE, MM e NDT) na fase de pré-adaptação. Os animais do grupo controle e os que consumiram concentrado na fase de pré-adaptação apresentaram valores superiores comparados aos animais que passaram por restrição antes do início da fase de adaptação nas seguintes variáveis: MO, MS, PB, EE e NDT. A digestibilidade do amido, do ENN e da MM foi maior para os animais que consumiram concentrado seguido do grupo controle e, por fim, os animais que passaram por restrição nutricional. Animais que consumiram concentrado antes do início da fase de adaptação apresentaram menor digestibilidade da FDN e FDA. Na fase de terminação não foram encontradas diferenças significativas ($P > 0,10$) para nenhuma variável para nenhum dos grupos avaliados.

Tabela 6. Digestibilidade aparente total, da MS e dos nutrientes de bovinos Nelore canulados no rúmen submetidos previamente a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados: fases de pré-adaptação e terminação.

Parâmetros avaliados	Tratamentos			EPM	Valor de P
	Controle	Restrição	Concentrado		
<u>Pré-adaptação</u>					
<u>(dia 10 ao 14)</u>					
Matéria orgânica	59,78 ^a	52,38 ^b	60,26 ^a	2,22	<0,01
Matéria seca	57,26 ^a	49,82 ^b	58,48 ^a	1,99	<0,01
FDN ¹	62,43 ^a	56,68 ^b	55,71 ^b	2,80	0,04
FDA ²	61,85 ^a	58,02 ^a	48,64 ^b	3,30	0,03
Amido	75,67 ^b	62,07 ^c	86,90 ^a	6,83	<0,01
ENN ³	25,53 ^b	14,52 ^c	78,12 ^a	5,16	<0,01
Proteína bruta	57,33 ^a	47,56 ^b	56,84 ^a	2,37	<0,01
Extrato etéreo	58,56 ^a	32,58 ^b	50,87 ^a	4,63	<0,01
Matéria mineral	18,17 ^b	13,59 ^c	31,35 ^a	3,03	<0,01
NDT ⁴	58,01 ^a	49,75 ^b	57,75 ^a	2,08	<0,01
<u>Terminação</u>					
<u>(dia 29 ao 33)</u>					
Matéria orgânica	70,05	70,01	69,78	2,01	0,99
Matéria seca	68,47	68,41	68,34	2,01	1,00
FDN ¹	57,82	56,15	55,52	3,66	0,90
FDA ²	51,81	44,21	42,73	6,83	0,96
Amido	87,64	88,57	87,31	1,52	0,71
ENN ³	75,36	75,96	75,78	2,31	0,96
Proteína bruta	72,59	72,25	72,69	1,77	0,98
Extrato etéreo	78,02	80,80	80,89	5,37	0,91
Matéria mineral	41,15	39,63	42,20	3,76	0,89
NDT ⁴	69,53	69,39	68,94	2,08	0,97

¹Fibra em detergente neutro; ²Fibra em detergente ácido; ³Extrativo não-nitrogenado;

⁴Nutrientes digestíveis totais. Fonte: Elaborado pelo autor.

2.3.4 Degradabilidade *in situ*

Resultados de degradabilidade *in situ* em 24 horas estão apresentados na Tabela 7. Na fase de pré-adaptação, os animais que consumiram concentrado obtiveram maiores valores comparados aos demais animais para degradabilidade da MS, amido, EE e NDT ($P < 0,01$, $P = 0,02$, $P = 0,04$ e $P < 0,01$, respectivamente). Para a degradabilidade da PB ($P = 0,05$), o grupo concentrado se diferiu positivamente dos animais da restrição.

Na fase de adaptação, foi observada diferença significativa para as variáveis MS ($P = 0,05$), amido ($P = 0,08$), ENN ($P = 0,10$) e NDT ($P = 0,05$), nos quais, animais que consumiram concentrado apresentaram resultados superiores aos animais que passaram por restrição nutricional.

Na fase de terminação, em relação às variáveis degradabilidade do amido e ENN, foram encontradas diferenças significativas ($P = 0,10$; $P = 0,04$, respectivamente). Os animais que consumiram concentrado apresentaram maiores valores que aqueles animais do grupo controle. Diferença significativa ($P = 0,03$) para a degradabilidade de MM foi encontrada apenas na fase de terminação, na qual os animais do grupo controle apresentaram maiores valores que o grupo restrição e concentrado.

Tabela 7. Degradabilidade *in situ* em 24 horas de bovinos Nelore canulados no rúmen submetidos previamente a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados: fases de pré-adaptação, adaptação e terminação.

Parâmetros avaliados	Tratamentos			EPM	Valor de P
	Controle	Restrição	Concentrado		
<u>Pré-adaptação</u> (dia 5 ao 7)					
Matéria seca	61,94 ^b	64,55 ^b	71,25 ^a	2,64	<0,01
FDN ¹	37,52	39,31	45,30	5,59	0,56
FDA ²	24,60	26,71	33,49	4,64	0,33
Amido	79,93 ^c	85,46 ^b	93,50 ^a	3,80	0,02
ENN ³	74,98	80,52	88,33	6,37	0,16
Proteína bruta	58,01 ^{ab}	56,88 ^b	61,10 ^a	3,15	0,05
Extrato etéreo	75,95 ^b	71,34 ^b	80,65 ^a	3,19	0,04
Matéria mineral	75,85	74,04	81,18	2,78	0,16
NDT ⁴	60,85 ^b	63,28 ^b	69,89 ^a	2,36	<0,01
<u>Adaptação</u> (dia 17 ao 19)					
Matéria seca	68,36 ^{ab}	65,66 ^b	70,39 ^a	3,13	0,05
FDN ¹	36,37	32,75	37,76	2,23	0,19
FDA ²	22,59	20,28	24,74	2,00	0,14
Amido	86,14 ^{ab}	84,04 ^b	89,56 ^a	4,15	0,08
ENN ³	83,80 ^{ab}	81,22 ^b	87,46 ^a	5,97	0,10
Proteína bruta	67,08	67,14	68,12	2,60	0,73
Extrato etéreo	80,88	76,57	79,09	2,97	0,50
Matéria mineral	85,26	84,56	85,60	1,46	0,79
NDT ⁴	67,85 ^{ab}	65,44 ^b	69,94 ^a	2,93	0,05
<u>Terminação</u> (dia 29 ao 31)					
Matéria seca	66,34	67,18	68,25	2,02	0,80
FDN ¹	32,01	32,10	32,27	2,59	1,00
FDA ²	21,98	21,29	20,62	3,04	0,95
Amido	82,04 ^b	87,50 ^a	88,15 ^a	2,08	0,10
ENN ³	78,50 ^b	82,91 ^{ab}	87,76 ^a	2,74	0,04
Proteína bruta	71,67	67,70	64,45	4,03	0,20
Extrato etéreo	84,65	81,30	76,66	4,37	0,15
Matéria mineral	90,62 ^a	85,28 ^b	86,49 ^b	2,09	0,03
NDT ⁴	66,32	66,74	67,75	2,11	0,88

¹Fibra em detergente neutro; ²Fibra em detergente ácido; ³Extrativo não-nitrogenado; ⁴Nutrientes digestíveis totais. Fonte: Elaborado pelo autor.

2.3.5 Avaliação da dinâmica ruminal

Resultados de dinâmica ruminal estão apresentados na Tabela 8. Na fase de pré-adaptação, foram encontradas diferenças significativas ($P = 0,03$ para MS do conteúdo ruminal e $P < 0,01$ para demais variáveis analisadas). Animais do grupo controle apresentaram maiores valores de massa líquida total (kg), massa total (kg), massa líquida total (%PV), massa total (%PV) que bovinos restritos, que por sua vez apresentaram maiores valores que aqueles animais que consumiram concentrado. Para massa sólida total (kg e %PV), o maior valor encontrado, foi nos animais do grupo controle. Entretanto, para as variáveis Kt de massa sólida expressa em %/h ou kg/h, os animais que apresentaram os maiores valores foram aqueles que consumiram concentrado.

Na fase de adaptação foram encontradas diferenças significativas ($P = 0,03$ e $P = 0,09$) para as variáveis Kt de massa sólida expressa em %/h ou kg/h, respectivamente. O grupo concentrado apresentou maiores taxas quando comparados aos animais dos outros grupos.

Foram encontradas na fase de terminação diferenças significativas ($P < 0,10$) para massa líquida total (kg e %PV), massa total (kg e %PV) e na variável MS do conteúdo ruminal (%). Os animais restritos apresentaram superiores resultados que os animais que consumiram concentrado e estes apresentaram superiores resultados que os do grupo controle para massa líquida total (%PV) e massa total (%PV). Para as variáveis massa líquida total (kg) e massa total (kg), o grupo restrição se diferenciou em relação aos animais do grupo controle e os animais que consumiram concentrado foram semelhantes a ambos grupos.

Tabela 8. Avaliação da dinâmica ruminal de bovinos Nelore canulados no rúmen submetidos previamente a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados: fases de pré-adaptação, adaptação e terminação.

Parâmetros avaliados	Tratamentos			EPM	Valor de P
	Controle	Restrição	Concentrado		
<i>Pré-adaptação (dia 8 e 9)</i>					
Massa sólida total, kg	5,38 ^a	4,60 ^b	4,47 ^b	0,32	<0,01
Massa líquida total, kg	35,24 ^a	33,32 ^b	29,41 ^c	2,36	<0,01
Massa total, kg	40,62 ^a	37,92 ^b	33,89 ^c	2,68	<0,01
Massa sólida total, % PV ¹	2,05 ^a	1,70 ^b	1,71 ^b	0,09	<0,01
Massa líquida total, % PV	13,34 ^a	12,39 ^b	11,20 ^c	0,40	<0,01
Massa total, % PV	15,38 ^a	14,10 ^b	12,91 ^c	0,47	<0,01
Kt ² da massa sólida, %/h	3,82 ^b	3,80 ^b	5,33 ^a	0,24	<0,01
Kt da massa sólida, kg/h	0,21 ^b	0,17 ^c	0,24 ^a	0,01	<0,01
MS do conteúdo ruminal, %	13,27 ^a	12,06 ^b	13,28 ^a	0,34	0,03
<i>Adaptação (dia 20 e 21)</i>					
Massa sólida total, kg	4,12	4,22	3,98	0,32	0,25
Massa líquida total, kg	24,06	25,31	24,72	2,23	0,49
Massa total, kg	28,18	29,53	28,70	2,55	0,49
Massa sólida total, % PV ¹	1,49	1,52	1,46	0,06	0,38
Massa líquida total, % PV	8,68	9,08	9,05	0,44	0,42
Massa total, % PV	10,16	10,60	10,51	0,50	0,47
Kt ² da massa sólida, %/h	7,77 ^b	7,61 ^b	8,49 ^a	0,32	0,03
Kt da massa sólida, kg/h	0,32 ^b	0,32 ^b	0,34 ^a	0,03	0,09
MS do conteúdo ruminal, %	14,58	14,34	13,99	0,32	0,25
<i>Terminação (dia 32 e 33)</i>					
Massa sólida total, kg	3,63	3,97	3,81	0,43	0,38
Massa líquida total, kg	19,86 ^b	23,67 ^a	21,80 ^{ab}	2,28	0,05
Massa total, kg	23,49 ^b	27,63 ^a	25,61 ^{ab}	2,73	0,05
Massa sólida total, % PV ¹	1,21	1,28	1,24	0,07	0,74
Massa líquida total, % PV	6,62 ^c	7,65 ^a	7,15 ^b	0,23	0,02
Massa total, % PV	7,82 ^c	8,93 ^a	8,38 ^b	0,28	0,03
Kt ² da massa sólida, %/h	9,87	8,65	8,70	1,69	0,37
Kt da massa sólida, kg/h	0,34	0,33	0,33	0,07	0,84
MS do conteúdo ruminal, %	15,33 ^a	14,28 ^b	14,80 ^{ab}	0,88	<0,01

¹Peso vivo; ²Taxa de desaparecimento. Fonte: Elaborado pelo autor.

2.3.6 Estimativa de produção de proteína microbiana

Resultados da estimativa de produção de proteína microbiana estão apresentados na Tabela 9. Nas fases de pré-adaptação e terminação, animais que consumiram concentrado antes do início da fase de adaptação apresentaram menor ($P = 0,09$) e maior ($P = 0,08$) volume de urina, respectivamente, que animais do grupo controle e os que passaram por restrição antes do início da fase de adaptação.

Já na fase de adaptação foram encontradas diferenças significativas ($P < 0,10$) para todas variáveis estudadas (urina, alantoína, ácido úrico, DP, relação alantoína: DP, purinas absorvidas, N microbiano (g N /dia; mg N /kg PV e mg N /kg PM)). Animais do grupo controle apresentaram o maior volume urinário. Para alantoína, derivados de purina, purinas absorvidas, N microbiano (g N /dia; mg N /kg PV e mg N /kg PM), os animais do grupo concentrado apresentaram maiores valores que os do grupo controle, e estes apresentaram maiores valores que os animais que passaram por restrição. Para a relação alantoína:DP, animais submetidos à restrição nutricional antes do início da fase de adaptação apresentaram menor relação quando comparado aos demais animais.

Tabela 9. Estimativa de produção microbiana através dos Derivados de Purina de bovinos Nelore canulados no rúmen submetidos previamente a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados: fases de pré-adaptação, adaptação e terminação.

Parâmetros avaliados	Tratamentos			EPM	Valor de P
	Controle	Restrição	Concentrado		
<u>Pré-adaptação (dia 5 ao 7)</u>					
Urina, vol. (L)	10,05 ^a	9,70 ^a	7,43 ^b	1,62	0,09
Alantoína, mmol/dia	74,38	67,56	77,60	5,44	0,33
Ácido úrico, mmol/dia	6,82	5,98	7,60	1,17	0,12
DP ¹ , mmol/dia	81,21	73,54	85,20	6,51	0,12
Relação Alantoína:DP	91,74	91,76	91,03	1,52	0,38
Purinas absorvidas, mmol/dia	65,77	56,42	70,80	6,86	0,18
N microbiano, g N/dia	47,82	41,02	51,47	4,98	0,18
N microbiano, mg N/kg PV ²	182,88	151,85	197,83	17,07	0,15
N microbiano, mg N/kg PM ³	734,66	614,41	793,68	66,48	0,19
<u>Adaptação (dia 17 ao 19)</u>					
Urina, vol. (L)	9,38 ^a	7,20 ^b	7,67 ^b	1,38	0,07
Alantoína, mmol/dia	83,03 ^b	72,10 ^c	95,55 ^a	6,77	<0,01
Ácido úrico, mmol/dia	10,51 ^b	10,07 ^b	11,42 ^a	0,88	<0,01
DP ¹ , mmol/dia	93,54 ^b	82,17 ^c	106,97 ^a	6,37	<0,01
Relação Alantoína:DP	88,51 ^a	87,69 ^b	89,07 ^a	1,35	0,01
Purinas absorvidas, mmol/dia	79,29 ^b	65,86 ^c	95,47 ^a	6,57	<0,01
N microbiano, g N/dia	57,65 ^b	47,89 ^c	69,41 ^a	4,77	<0,01
N microbiano, mg N/kg PV ²	207,30 ^b	174,56 ^c	255,81 ^a	13,61	<0,01
N microbiano, mg N/kg PM ³	845,74 ^b	709,44 ^c	1036,67 ^a	53,85	<0,01
<u>Terminação (dia 29 ao 31)</u>					
Urina, vol. (L)	10,71 ^b	11,94 ^b	16,22 ^a	2,92	0,08
Alantoína, mmol/dia	166,01	185,01	190,69	64,29	0,28
Ácido úrico, mmol/dia	15,94	18,07	16,13	4,72	0,39
DP ¹ , mmol/dia	181,95	203,25	206,82	68,67	0,29
Relação Alantoína:DP	90,81	90,08	91,19	1,07	0,50
Purinas absorvidas, mmol/dia	181,54	205,85	210,23	78,91	0,30
N microbiano, g N/dia	131,99	149,66	152,85	57,37	0,30
N microbiano, mg N/kg PV ²	420,60	451,99	469,10	147,68	0,47
N microbiano, mg N/kg PM ³	1768,24	1924,11	1989,35	656,09	0,42

¹Derivados de purina; ²Peso vivo; ³Peso metabólico. Fonte: Elaborado pelo autor.

2.3.6 Mensuração de pH, temperatura e potencial oxi-redox ruminal

Os resultados de pH, temperatura e potencial oxi-redox ruminal estão apresentados nas Tabelas 10. Na fase de pré-adaptação, a temperatura média apresentou diferença significativa ($P = 0,02$; $P < 0,01$ e $P < 0,01$, respectivamente) durante os dias 5, 6 e 7. Os animais restritos apresentaram menores valores que os outros animais de grupo controle e os que consumiram concentrado. O pH ruminal médio apresentou diferença significativa apenas no dia 7 ($P = 0,01$), no qual, os animais que passaram por restrição alimentar obtiveram maior valor de pH.

Na fase de adaptação, a temperatura média apresentou diferença significativa ($P = 0,05$, $P = 0,04$ e $P < 0,01$; dias 15, 16 e 17; respectivamente). No dia 15 do período experimental, os animais do grupo controle obtiveram o menor resultado comparado com os demais animais. No dia 16 e 17, os animais que consumiram concentrado antes do início da fase de adaptação apresentaram maiores temperaturas ruminais do que os animais do grupo controle e os que passaram por restrição nutricional.

Na fase de terminação, no dia 29, pH ruminal médio e temperatura média apresentaram diferença significativa ($P = 0,08$ e $P = 0,09$, respectivamente). Para a variável pH ruminal médio, os animais que passaram por restrição na fase de pré-adaptação se diferenciaram em relação aos animais do grupo controle e os animais que consumiram concentrado foram semelhantes a ambos grupos. A temperatura média foi menor para os animais que passaram por restrição antes do início da fase de adaptação.

Tabela 10. Mensuração de pH, temperatura e potencial oxi-redox médio de bovinos Nelore canulados no rúmen submetidos previamente a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados: fases de pré-adaptação, adaptação e terminação.

Parâmetros avaliados	Tratamentos			EPM	Valor de P
	Controle	Restrição	Concentrado		
<i>Pré-adaptação</i>					
<i>Dia 5</i>					
pH ruminal médio	6,54	6,61	6,48	0,05	0,18
Temperatura média	38,99 ^b	38,82 ^c	39,16 ^a	0,11	0,02
Potencial oxi-redox médio	-420,48	-411,73	-422,83	18,59	0,65
<i>Dia 6</i>					
pH ruminal médio	6,53	6,58	6,47	0,06	0,26
Temperatura média	39,12 ^a	38,95 ^b	39,19 ^a	0,07	<0,01
Potencial oxi-redox médio	-453,54	-436,61	-454,30	21,66	0,36
<i>Dia 7</i>					
pH ruminal médio	6,45 ^b	6,59 ^a	6,33 ^b	0,05	0,01
Temperatura média	39,06 ^b	38,93 ^c	39,25 ^a	0,11	<0,01
Potencial oxi-redox médio	-454,66	-445,05	-450,81	21,86	0,63
<i>Adaptação</i>					
<i>Dia 15</i>					
pH ruminal médio	6,15	6,05	6,03	0,06	0,18
Temperatura média	38,86 ^b	39,07 ^a	39,20 ^a	0,08	0,05
Potencial oxi-redox médio	-417,76	-391,97	-396,15	26,71	0,62
<i>Dia 16</i>					
pH ruminal médio	6,07	5,96	6,09	0,06	0,17
Temperatura média	39,06 ^b	39,04 ^b	39,30 ^a	0,07	0,04
Potencial oxi-redox médio	-429,80	-414,89	-434,72	23,87	0,49
<i>Dia 17</i>					
pH ruminal médio	5,99	5,80	6,08	0,10	0,12
Temperatura média	39,08 ^b	39,02 ^b	39,32 ^a	0,06	<0,01
Potencial oxi-redox médio	-429,94	-423,20	-435,74	23,83	0,64
<i>Terminação</i>					
<i>Dia 27</i>					
pH ruminal médio	5,86	5,86	5,86	0,13	1,00
Temperatura média	39,19	39,10	39,13	0,06	0,24
Potencial oxi-redox médio	-389,67	-375,38	-400,25	22,82	0,44
<i>Dia 28</i>					
pH ruminal médio	5,77	5,90	5,75	0,12	0,17
Temperatura média	39,32	39,34	39,21	0,13	0,17
Potencial oxi-redox médio	-418,40	-417,09	-431,42	22,35	0,52
<i>Dia 29</i>					
pH ruminal médio	5,76 ^b	5,94 ^a	5,83 ^{ab}	0,09	0,08
Temperatura média	39,43 ^a	39,21 ^b	39,39 ^a	0,09	0,09
Potencial oxi-redox médio	-411,37	-425,80	-439,73	24,53	0,23

Fonte: Elaborado pelo autor.

2.3.7 Mensuração de temperatura corporal por meio fotos termográficas

Os resultados de temperatura corporal por meio fotos termográficas estão apresentados nas Tabelas 11.

As fotos termográficas do corpo inteiro do animal e apenas da região do rúmen foram analisadas e não foram encontrados nenhuma diferença significativa em nenhuma das fases avaliadas.

As correlações entre a temperatura do corpo inteiro do animal vs. temperatura ruminal interna (temperatura mensurada pelos *Bollus*), e a temperatura ruminal externa vs. temperatura ruminal interna (temperatura mensurada pelos *Bollus*) apresentaram baixo valor de R.

Tabela 11. Mensuração da temperatura corporal por meio fotos termográficas de bovinos Nelore canulados no rúmen submetidos previamente a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados: fases de pré-adaptação, adaptação e terminação.

Parâmetros avaliados	Tratamentos (TRAT)			Fases			Valor de P			
	Controle	Restrição	Concentrado	Pré-adaptação	Adaptação	Terminação	EPM	Trat	Fases	Trat*Fases
<u>Corpo inteiro (C°)</u>	32,70	32,59	32,65	32,50	32,22	33,22	0,53	0,50	0,11	0,57
<u>Rúmen (C°)</u>	32,52	32,42	32,47	32,43	32,17	32,82	0,53	0,69	0,35	0,58
Correlações							Valor de R ²		Valor de P	
<i>Corpo inteiro vs.Temp.*</i>							0,15		0,31	
<i>Rúmen vs.Temp.*</i>							0,16		0,29	

*Temperatura interna do Rúmen mensurada pelo *Bollus*. Fonte: Elaborado pelo autor.

2.4 DISCUSSÃO

2.4.1 Efeito da restrição nutricional

Na fase de pré-adaptação, os animais submetidos à restrição nutricional tiveram um menor CMS, como já era esperado, devido a sua restrição alimentar a 1,4% do PV nessa fase. O menor CMS influenciou diretamente no comportamento ingestivo desses animais. Por ser uma menor quantidade disponível de alimento, estes animais consumiram toda a dieta fornecida, o que ocasionou passarem mais tempo em ócio, conseqüentemente, houve menor entrada de substratos no rúmen. Essa menor entrada de substratos fez com que apresentassem menos fermentação ruminal, assim, afetou o pH e temperatura ruminal quando comparado aos animais do grupo controle.

Outros fatores que podem explicar essa diferença em pH e temperatura ruminal são a taxa de ruminação da MS e do FDN. Ou seja, quanto mais o bovino ruma, mais saliva ele produz. Em decorrência da secreção salivar mais intensa, maior poder tampão da saliva que flui para o rúmen, o que aumenta o pH (SIVKOVA et al., 1997).

Da mesma forma, variáveis da dinâmica ruminal (Massa Líquida, Sólida e Total em kg e %PV) foram afetadas negativamente pelo consumo restrito da dieta. De modo geral, o menor consumo de MS resulta em menor taxa de passagem da digesta e em maior digestibilidade da MS (VAN SOEST, 1994). Entretanto, o mesmo não foi observado no presente estudo. A digestibilidade total dos nutrientes foi afetada pela falta de alimentação. Porém, a degradabilidade ruminal da MS, PB, EE e NDT dos animais restritos foi semelhante aos animais do grupo controle nesta fase. O que mostra que a digestibilidade dos nutrientes deve ter sido reduzida nos intestinos.

Na fase de adaptação, os animais submetidos à restrição alimentar igualaram o CMS com o grupo controle. De acordo com Wertz-Lutz et al. (2006) e Keogh et al. (2015a; 2015b), é esperado aumento no CMS no período de realimentação em animais que passaram por restrição alimentar.

No entanto, esse aumento no CMS levou os animais submetidos à restrição nutricional a passarem mais tempo com o pH ruminal abaixo de 6,2 da fase de adaptação quando comparados a animais que consumiram concentrado (trabalho complementar, PINTO, 2017; dados não publicados). Isso pode ter favorecido a seleção de partículas longas, médias e curtas em detrimento às partículas finas. Segundo Beauchemin (1991), a quantidade de fibras longas na dieta possui efetividade física necessária para manter as funções ruminais, devido este componente promover atividade de mastigação e secreção de saliva, resultando em valores de pH mais adequados.

A saliva ajuda a tamponar o rúmen, pois em sua composição possui íon bicarbonato (HCO_3^-). Logo animais que passaram por restrição nutricional podem ter selecionado partículas maiores na tentativa de reestabelecer o pH ruminal a níveis mais adequados.

Outro fator que corrobora com um possível desconforto ruminal é o fato dos animais restritos irem mais vezes ao bebedouro. Estes animais apresentaram menor volume urinário. Ou seja, os animais poderiam estar retendo água no organismo para tentar amenizar uma possível desidratação, a qual é comum em animais que passam por acidose subclínica em algum ponto do período de alimentação (OWENS et al., 1998).

Resquícios da restrição alimentar na fase de pré-adaptação afetaram diretamente a produção de proteína microbiana na fase de adaptação, uma vez que os animais restritos apresentaram menores valores de produção de proteínas microbianas. Mesmo com uma maior entrada de substratos, a excreção de DP foi menor. A excreção de DP está diretamente relacionada com a absorção de purinas e, conhecendo-se a relação N purina/N total na massa microbiana, a absorção de N microbiano pode ser calculada a partir da quantidade de purina absorvida, que é estimada a partir da excreção urinária de DP (CHEN; GOMES, 1992), ou seja, quanto menor a excreção de derivados de purina ou menores concentrações de purinas absorvidas, menor será as quantidades de microrganismos ruminais.

Na fase de terminação, apesar do CMS dos animais em restrição alimentar ter sido menor que dos animais do grupo controle, apresentaram maior Massa Total (kg e %PV), que foi aumentada pela maior quantidade de Massa Líquida (kg e %PV) no rúmen. A degradabilidade do amido foi superior para os animais do grupo restrição em relação dos animais do grupo controle. Isso mostra que as bactérias ruminais se adaptaram e apresentaram-se aptas à degradar dietas de alto concentrado.

Portanto, animais submetidos à restrição nutricional apresentaram mais dificuldades quando comparado aos animais do grupo controle para passar pela fase de adaptação.

2.4.2 Efeito do consumo de concentrado

Na fase de pré-adaptação, os animais do grupo concentrado, além de consumirem volumoso a vontade, também ingeriram 0,5%PV de ingredientes concentrados, o que resultou em maior CMS em relação ao grupo controle. O mesmo foi visto por Berchielli (1994) trabalhando com novilhos com diferentes relações de volumoso:concentrado. O autor verificou que o consumo de MS aumentou nas dietas contendo maiores proporções de concentrado.

Entretanto, o grupo concentrado, nessa fase alimentou-se mais vezes ao longo do dia, porém com menor ingestão de MS por refeição. Ou seja, a entrada de substrato no rúmen era constante e em menores quantidades. Isso favorece o meio ruminal, pois faz com que não tenha altos picos de fermentação. Zinn (1995), trabalhando com protocolo de restrição na adaptação de bovinos em confinamento, verificou que o protocolo restrição estimulou a aparição de distúrbios metabólicos ruminais, no caso acidose subaguda, devido o animal realizar menor número de refeições diárias e ingerir maior quantidade de ração por vez em que se alimenta.

Ligado à isso, esses animais apresentaram maior aproveitamento na degradação dos nutrientes no rúmen. Além disso, os parâmetros de dinâmica ruminal mostraram que o consumo de 0,5%PV de concentrado nesta fase favoreceu o Kt de massa sólida (%/h e kg/h) do rúmen, o que resultou em Kt maior quando comparado aos animais do grupo controle, e levou a menor quantidade de conteúdo ruminal.

Além disso, quando foi avaliada a digestibilidade aparente total dos nutrientes verificou-se que os animais do grupo concentrado apresentaram maior digestibilidade do amido, ENN e matéria mineral. Em geral, o aumento de concentrado nas dietas resulta em aumentos na digestibilidade total dos nutrientes, com exceção da digestibilidade da FDN, que diminui ou não é influenciada pelo teor de concentrado (BÜRGER et al., 2000; CARVALHO et al., 2000a; TIBO et al., 2000; ÍTAVO et al., 2002).

Na fase de adaptação, o grupo controle e concentrado apresentaram CMS diferentes. Essa maior CMS dos animais que ingeriram concentrado fez com que apresentassem temperatura ruminal média mais alta. Isso pode ter ocorrido por consumirem maior quantidade de MS por refeição, e esta ser em maiores quantidades de partículas curtas e finas, que são mais fermentáveis ruminalmente, fazendo com que a temperatura aumentasse.

Além disso, o grupo concentrado foi menos vezes ao bebedouro que os animais que passaram por restrição, o que explica o menor volume urinário apresentado por esses animais. Segundo Chizzotti et al. (2006), uma mudança no volume urinário ocasionada pelo consumo de água pode alterar a concentração urinária, sem alterar a excreção diária de compostos urinários como os DP e a creatinina. Entretanto, foi verificado nos animais que consumiram concentrado maior produção de N microbiano (g N /dia, mg N /kg PV, mg N /kg PM) estimados pelos derivados de purinas, alantoína, ácido úrico da urina, o que mostra maior quantidade de microrganismos ruminais.

Isso levou à degradabilidade da MS, amido, ENN e NDT da dieta inserida no rúmen ser a maior nesta fase, além de uma Kt de massa sólida superior aos animais do grupo

controle. Assim, comprova-se que o ambiente ruminal dos animais que consumiram concentrado estava estável, com uma população de microrganismos maiores, promovendo mais fermentação dos substratos, mas não foi suficiente para causar distúrbios metabólicos.

Na fase de terminação, os animais apresentaram maior CMS, similar aos animais do grupo controle, mostrando que ambos estavam aptos a consumir a dieta de terminação com altos teores de concentrado. Este alto CMS possivelmente favoreceu a maior quantidade de idas ao bebedouro, que, por sua vez, apresentou o maior volume urinário. Missio et al., (2010), ao avaliarem o comportamento de bovinos alimentados com dietas com diferentes níveis de concentrado, não observaram diferença no tempo de consumo de água.

O animais do grupo concentrado apresentaram degradabilidade do amido e do ENN maiores que os animais do grupo controle, o que mostra que estes utilizaram mais o amido e ENN em nível de rúmen na fase de terminação.

2.5 CONCLUSÃO

Conclui-se que animais submetidos a restrição nutricional ou que consumiram ingredientes concentrados antes do período de confinamento apresentam semelhanças no comportamento ingestivo e aproveitamento dos nutrientes na fase de terminação quando comparados à bovinos Nelore sob pastejo *ad libitum* na fase de pré-adaptação. Porém, os bovinos Nelore que consumiram ingredientes concentrados na fase de pré-adaptação correram menos riscos para se adaptar comparados aos bovinos submetidos à restrição nutricional.

Conclui-se que não foi possível identificar distúrbios metabólicos ruminais de bovinos Nelore tendo como base a temperatura externa do animal utilizando câmara termográfica.

2.6 REFERÊNCIAS

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**. 16. ed. AOAC, Washington, DC, 1995.

BARDUCCI, R. S. Protocolos e durações de adaptação às dietas com alta inclusão de concentrados para bovinos Nelore confinados. 2013. 100 f. **Tese** (Doutorado) - Curso de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.

BASILE, R. C.; ALBERNAZ, R. M.; PEREIRA, M. C.; ARAÚJO, R.; FERRAZ, G. C.; QUEIROZ-NETO, A. Guia prático de exames termográficos em equinos. **Revista Brasileira de Medicina Equina**, v.6, n.31, p.24-28, 2010.

BEAUCHEMIN, K. A.. 1991. Effects of dietary neutral detergent fiber concentration and alfafa hay quality on chewing activities, rumen function, and milk production of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, [S.l.], v. 74, p. 3140-3151, 1991.

BERCHIELLI, T. T. **Efeito da relação volumoso:concentrado sobre a partição da digestão, a síntese de proteína microbiana, produção de ácidos graxos voláteis e o desempenho de novilhos em confinamento**. 104p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, 1994.

BÜRGER, P. J.; PEREIRA, J. C.; COELHO DA SILVA, J. F. Consumo e digestibilidade aparente total e parcial em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.206-214, 2000.

CARVALHO, C. R., VALADARES, F. S. D. C., FONSECA, P. M., DINIZ, V. R. F., ROBERTO, C. P., LANA, C. M. A. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de rações contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos F1 Limosin x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1832-1843, 2000a.

CARVALHO, S.; RODRIGO, 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. **Revista Brasileira Zootecnia**. v.35, p.562-568, 2006.

CHEN, X. B.; GOMES, M. J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives** – an overview of technical details. Bucksburnd: Rowett Research Institute, International Feed Resources Unit, 21p. (Occasional publication), 1992.

CHIZZOTTI, M. L.; VALADARES FILHO, S. C.; CHIZZOTTI, F. H. M. et al. Consumo, digestibilidade e excreção de uréia e derivados de purinas em novilhas de diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1813-1821, 2006.

DADO, R. G.; ALLEN, M. S. Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber on inert bulk. **Journal of Dairy Science**, v. 78, p. 118-133, 1995.

ESTEVAM, D. D. ; MILLEN, D. D. ; PEREIRA, I. C. ; RIZZIERI, R. A. ; MELO, G. F. ; PERDIGAO, A. ; MARTINS, C. L. ; ARRIGONI, M. D. B. . Effects of conventional dietary adaptation over periods of 6, 9, 14, and 21 days on feedlot performance and carcass traits of Nelore cattle. In: 2015 ADSA-ASAS Joint Annual Meeting, Orlando. **Journal of Animal Science**. Champaign, IL: ASAS, 2015. v. 93. p. 723-723, 2015.

FOX, D. G.; L. O. TEDESCHI; T. P. TYLUTKI; J. B. RUSSELL; M. E. VAN AMBURGH; L. E. CHASE; A. N. PELLA; T. R. OVERTON. 2004. The cornell net carbohydrate and protein system model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. **Animal Feed Science Technology**. v.112, p.29-78, 2004.

FUJIHARA, T., ORSKOV, E.R., REEDS, P.J. et al. Th effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. **Journal Agricultural Science**, v.109, p.7- 12, 1987.

HEINRICHS, J. and KONONOFF, P. 1996. In evaluating particle size of forages and TMRs using the Penn State Particle Size Separator. **Journal of Dairy Science**. 1-14, 1996.

ÍTAVO, L. C. V.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, F. F. et al. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de nutrientes em novilhos alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1543-1552, 2002.

KEOGH, K., S. M. WATERS, A. K. KELLY, A. R. G. WYLIE, H. SAUERWEIN, T. SWEENEY, AND D. A. KENNY. 2015b. Feed restriction and realimentation in Holstein–Friesian bulls: II. Effect on blood pressure and systemic concentrations of metabolites and metabolic hormones. **Journal of Animal Science**. v.93, p.3590-3601, 2015.

KEOGH, K., S. M. WATERS, A. K. KELLY, D. A. KENNY. 2015a. Feed restriction and subsequent realimentation in Holstein Friesian bulls: I. Effect on animal performance; muscle, fat, and linear body measurements; and slaughter characteristics. **Journal of Animal Science**. v.93, p.3578-3589, 2015.

LEONARDI, C.; ARMENTANO, L. E. Effect of Quantity, Quality, and Length of Alfalfa Hay on Selective Consumption by Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* v.86, n(2), p.557-564, 2003.

MEHRES, A. Z.; ØRSKOV, E. R. A study of the artificial fiber bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. **Journal Agricultural Science**. 88:645-650, 1977.

MISSIO, R. L.; BRONDANI I. L.; ALVES FILHO D. C.; SILVEIRA M. F.; FREITAS L. S.; RESTLE J.. Comportamento ingestivo de tourinhos terminados em confinamento, 57 alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n.7, p.1571-1578, 2010.

BOERO, P. O., BALCELLS, J., MARTIN-ORÚE, S. M., LIANG, J. B., GUADA, J. A Excretion of purine derivates in cows: endogenous contribution and recovery of exogenous purine bases. **Livestock Production Science**, v.68, p.243-250, 2001.

OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J.; GILL, D. R. Acidosis in cattle: a review. **Journal of Animal Science**, v. 76, n. 275-286, 1998.

PARRA, F. S. **Protocolos de adaptação à dietas com alta inclusão de concentrados para bovinos nelore confinados**. 2011. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

PERDIGÃO, A.; MILLEN, D. D.; BRICHI, A. L. C.; VICARI, D. V. F.; FRANZÓI, M. C. S.; BARDUCCI, R. S.; MARTINS, C. L.; ESTEVAM, D. D.; CESAR, M. T.; ARRIGONI, M. D. B. Effects of restricted vc. Step up dietary adaptation for 6 or 9 days on feedlot performance, feeding behaviour, ruminal and blood variables of Nelore cattle. **Journal of Animal Physiology Nutrition**, v.108, v.1, p. 224-234, 2018.

PEZZATO, L. E., DE MIRANDA, E. C., PINTO, L. G. Q., FURUYA, W. M., BARROS, M. M., ROSA, G. J. M., & LANNA, E. A. T. **Avaliação de dois métodos de determinação do coeficiente de digestibilidade aparente com a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 24, n. 4, p.965-971, 2002.

- POORE, M. H.; MOORE, J. A.; ECK, T. P., THEURER, C. B. 1993. Effect of fiber source and ruminal starch degradability on site and extent of digestion in dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v.76, p.2244-2253, 1993.
- ROBLES, V., L. A. GONZÁLEZ, A. FERRET, X. MANTECA, S. CALSAMIGLIA. 2007. Effects of feeding frequency on intake, ruminal fermentation, and feeding behavior in heifers fed high-concentrate diets. **Journal of Animal Science**. v.85, p.2538-2547, 2007.
- SAS Institute (2003). 'SAS/STAT user's guide. Release 9.1.'(SAS Institute: Cary, NC). 2003.
- SIVKOVA, K.; TRUFCHEV, H.; VARLIAKOV, I. Comparative studies on fermentation processes in the rumen and blood content of calves and buffalo calves I. Effect on diet, containing alfafa haylage. **In: WORLD BUFFALO CONGRESS**, 5., 1997, Caserta. Proceedings... Caserta: 1997. p.312-316.
- TIBO, G. C.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D. et al. Níveis de concentrado em dietas de novilhos mestiços F1 Simental x Nelore. 1. Consumo e digestibilidades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.910-920, 2000.
- VALADARES, R. F. D.; BRODERICK, G. A.; VALADARES FILHO, S. C.; Clayton, M. K. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.2686-2696, 1999.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. 1991. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**. v.74, p.3583-3597, 1991.
- VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. **London: Comstock Publishing Associates**, 1994. p.476.
- WERTZ-LUTZ, A. E., T. J. KNIGHT, R. H. PRITCHARD, J. A. DANIEL, J. A. CLAPPER, A. J. SMART, A. TRENKLE, D. C. BEITZ. 2006. Circulating ghrelin concentrations fluctuate relative to nutritional status and influence feeding behavior in cattle. **Journal of Animal Science**. v. 84, p. 3285-3300, 2006.
- ZINN, R. A. **Effects of levels and patterns of intake on digestive function in feedlot steers**. Proceedings Symposium Intake by feedlot Cattle, Stillwater, p. 167-171, 1995.