

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**AVALIAÇÃO DOS EFEITOS ASSOCIATIVOS ENTRE SUPLEMENTO
CONCENTRADO E VOLUMOSO DE BAIXA QUALIDADE EM OVINOS**

TIAGO ALBANDES FERNANDES
Zootecnista/UNIPAMPA

Dissertação apresentada como um dos requisitos à obtenção do Grau de
Mestre em Zootecnia

Área de Concentração Produção Animal

Porto Alegre (RS), Brasil
Julho de 2014

DEDICATÓRIA

Dedico este meu trabalho aos meus queridos, estimados e insubstituíveis pai, Francisco Conceição Costa Fernandes (*in memorian*), e avô Brasil Mendonça Albandes (*in memorian*), os quais foram os maiores responsáveis pelo o que pude me tornar e que, mesmo ausentes, sempre estarão presentes na minha essência, alma e coração.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço ao soberano maestro que rege esta divina orquestra chamada universo. Este, que é Deus. Não agradeço apenas pelas coisas boas que já botou em meu caminho, mas sim por sempre me dar forças para sustentar sobre os ombros meu pequeno mundo. Graças à esta força, pude superar muitas adversidades que o destino me impôs e posso seguir lutando para superar as que hoje se apresentam e as que amanhã virão. Graças a ela, também, as marcas e cicatrizes que trago no peito fazem-se mais do que simples lembranças, são as minhas merecidas medalhas das batalhas boas e ruins, as quais me relembram, a cada instante, que já fui capaz de amar e odiar, que fui capaz de cair e levantar, que fui capaz vencer e crescer, mesmo quando o mais provável era me render e perecer.

Agradeço a toda minha família, mas em especial as minhas queridas mãe, Kátia Albandes Fernandes e avó, Nilda de Souza Albandes, pessoas que se fazem as mais importantes neste caminho que trilho. Pessoas, as quais eu dedico minha vida, mas que, muitas vezes, não compreendem minhas ações e objetivos. Pessoas, que se fazem a minha maior alegria e, simultaneamente, a minha maior tristeza, por tantas coisas que as vejo passar e, inúmeras vezes, enfrento minhas limitações e não sou capaz de ajudar. Pessoas que amo de todo o meu coração, mas que, muitas vezes, pela “sobrecarga de emoções” que considero viver, não sou capaz de expressar tal amor. Sim, eu sou consciente disto e acredito fielmente que esse é o maior dos meus defeitos e a maior das decepções que tenho para comigo em minha vida familiar.

Agradeço de todo o meu coração os meus amigos, os quais muitos são bem mais que isso, são os irmãos e irmãs que a vida me negou por sangue. Mas o destino sabe o que faz e uni as peças que unidas devem ficar. Me atrevo a nomear alguns, Renato Cardozo Jr., Cleist Nunes, Marlon Barbosa, Thyago R. Souza, Diego C. Souza, Ricardo M. Couto, Rogério Árias, Gabriel Webber, Luiza Sphor, Mariana Fárias, Robson Ueno, Joseane Anjos, Éverton da Paz e Aline Mello, dentre outros, mas estes se destacam. Verdadeiros “anjos e demônios” que habitam a minha vida e fazem tudo valer a pena.

Agradeço ao grupo de pesquisa NESPRO, onde tive colegas e pude fazer amigos nesta etapa que se finda. À Júlio Barcellos, coordenador deste grupo e meu Co-orientador, eu agradeço. Mas além de agradecer, também peço perdão por não ter feito mais pelo nosso grupo. Nem tudo caminhou ao passo que eu gostaria e isso dificultou bastante minha interatividade e dinâmica.

À Ênio Rosa Prates, meu mentor nessa jornada, eu agradeço. Não agradeço apenas pela orientação, até porque, ele muito me deixou “quebrar a cabeça” e “engolir” folhas e mais folhas de conhecimento que, as vezes, iam além de mim. Mas isso foi importante. Me ensinou muito a como ser e como não ser, a como pensar e como não pensar, como me portar e como não me portar, em partes posso até dizer, a como viver e a como não viver. Como já lhe pedi pessoalmente, aqui volto a pedir perdão se não pude ser melhor.

A todos, eu imensamente agradeço com os olhos marejados.

AVALIAÇÃO DOS EFEITOS ASSOCIATIVOS ENTRE SUPLEMENTO CONCENTRADO E VOLUMOSO DE BAIXA QUALIDADE EM OVINOS ¹

Autor: Tiago Albandes Fernandes

Orientador: Ênio Rosa Prates

Co-orientador: Júlio Otávio J. Barcellos

O presente trabalho objetivou avaliar os impactos de níveis de suplementação concentrada sobre parâmetros de consumo e digestibilidade aparente dos componentes da dieta total em ovinos, mensurando a magnitude dos efeitos associativos (EA) entre o suplemento concentrado e volumoso de baixa qualidade. Utilizou-se 16 ovinos machos, castrados, da raça Corriedale, com sete meses de idade e peso vivo (PV) médio inicial de $33,62 \pm 1,81$ kg. Os animais foram dosificados preventivamente com vermífugo, receberam a dosagem de complexo vitamínico ADE e passaram por um período de adaptação de 15 dias. Utilizou-se quatro repetições por tratamento (níveis de inclusão de suplemento na dieta de 0; 0,33; 0,66; e 1% do PV) em um delineamento completamente casualizado. As dietas experimentais foram compostas pelo fornecimento de um suplemento concentrado, a base de farelo de soja, farelo de milho e farinha de mandioca, aliado a oferta *ad libitum* de feno de baixa qualidade, oriundo de pastagem natural diferida, da região da depressão central do Estado do Rio Grande do Sul. As avaliações foram realizadas em dois períodos de 21 dias cada. Os animais foram alocados em baias individuais com comedouros separados para o fornecimento de alimento e água. Os parâmetros de consumo de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) e energia bruta (EB) do volumoso não sofreram influência dos tratamentos, mostrando a ausência de efeitos associativos (EA) positivos e negativos. Os parâmetros de consumo total de MS, MO, PB, EB e água, foram influenciados de maneira linear crescente pelos tratamentos ($P < 0,0001$). Já os de FDN e FDA não sofreram efeito. Todos os parâmetros de digestibilidade apresentaram comportamento linear crescente, conforme o nível de suplementação foi acrescido, exceto os da FDN e FDA que se mantiveram estáveis. A digestibilidade da MS foi afetada linearmente ($P < 0,0001$), enquanto as digestibilidades da MO, nitrogênio e EB apresentaram comportamento quadrático ($P = 0,0433$; $< 0,0001$ e $0,0479$, respectivamente). O balanço nitrogenado diário apresentou comportamento linear crescente ($P < 0,0001$). O EA da digestibilidade apresentou comportamento crescente quadrático ($P = 0,0461$). A suplementação, em um contexto geral, apresentou efeitos benéficos, maximizando o consumo de nutrientes da dieta total, bem como sua digestibilidade.

Palavras chave: suplementação, forragem, feno, pastagem natural, adição, substituição, digestibilidade aparente, consumo voluntário.

¹ Dissertação de Mestrado em Zootecnia – Departamento de Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (80p.) Julho, 2014

EVALUATING ASSOCIATIVE EFFECTS BETWEEN CONCENTRATE SUPPLEMENT AND LOW QUALITY HOUGHAGE IN SHEEP¹

Author: Tiago Albandes Fernandes

Adviser: Ênio Rosa Prates

Co-adviser: Júlio Otávio J. Barcellos

This study aimed to evaluate the impact of levels of concentrate supplementation on parameters of intake and digestibility of the components of the total diet in sheep, measuring the magnitude of associative effects (AE) between concentrate supplement and forage of low quality. It was used 16 wethers, Corriedale, with seven months of age and initial body weight (BW) of 33.62 ± 1.81 kg. The animals were dosed preventatively with dewormer, received the dosage of vitamin complex ADE and went through an adjustment period of 15 days. It was used four replicates per treatment (inclusion levels of supplement in the diet of 0, 0.33, 0.66, and 1% of BW) in a completely randomized design. The experimental diets were composed by supplying a concentrated supplement, base of soybean meal, corn bran and cassava flour, combined with *ad libitum* supply of low quality hay, arising from deferred natural grassland of the central depression region of State of Rio Grande do Sul. Evaluations were performed in two periods of 21 days each. The animals were placed in individual stalls with separate supply of food and water feeders. The parameters of intake of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral and acid detergent fiber (NDF and FDA) and gross energy (GE) of roughage were not influenced by treatments, showing the absence of positive or negative associative effects (AE). The parameters of total intake of DM, OM, CP, EB and water, were influenced in a linear way by the treatments ($P < 0.0001$). But NDF and ADF were not affected. All digestibility parameters showed a linear increasing behavior as the level of supplementation was increased, except that of NDF and ADF were stable. DM digestibility was affected linearly ($P < 0.0001$), while the digestibility of OM, nitrogen and EB showed a quadratic response ($P = 0.0433$, < 0.0001 and 0.0479 , respectively). The daily nitrogen balance showed linear increase ($P < 0.0001$). The AE of digestibility showed quadratic behavior ($P = 0.0461$). Supplementation, in a general context, showed beneficial effects, maximizing nutrient intake of the total diet and its digestibility.

Key words: supplementation, forage, hay, natural pasture, addition, substitution, apparent digestibility, voluntary intake.

¹ Master of Science dissertation in Animal Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (80p) July, 2014.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1 Importância da suplementação em sistemas produtivos de ruminantes.	13
2.2 Conceitualização dos efeitos associativos	15
2.3 Classificação dos efeitos associativos	16
2.4 Incidência dos efeitos associativos	18
2.5 Suplementação concentrada e efeitos associativos em ruminantes consumindo corragem	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1. Local e duração do experimento.....	29
3.2. Animais experimentais	29
3.3. Tratamentos.....	29
3.4. Alimentos utilizados	30
3.4.1. Feno.....	30
3.4.2. Suplemento.....	30
3.5. Condução do experimento	31
3.5.1. Fase de avaliação do consumo máximo voluntário	32
3.5.2. Fase de avaliação da digestibilidade	33
3.5.3. Cálculo dos efeitos associativos no consumo e digestibilidade da matéria seca	34
3.5.4. Análises bromatológicas	35
3.6. Delineamento experimental e análises estatísticas	36
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1 Parâmetros de consumo máximo voluntário e efeitos associativos no consumo de volumoso	37
4.2. Parâmetros de digestibilidade aparente e efeito associativo da digestibilidade da dieta total.....	40
5. CONCLUSÕES	43
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
8. APÊNDICES	56

RELAÇÃO DE TABELAS

Tabela 1	- Composição dos tratamentos avaliados	30
Tabela 2	- Composição do suplemento mineral utilizado. Informações conforme fabricante.	31
Tabela 3	- Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), energia bruta (EB), do feno e dos suplementos utilizados nas dietas experimentais.	31
Tabela 4	- Dados referentes a temperatura e umidade relativa do ar	32
Tabela 5	- Médias (%PV) de consumo de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e energia bruta provenientes do feno (CMSVOL, CMOVOL, CPBVOL, CFDNVOL, CFDAVOL e CEBVOL, respectivamente), do suplemento (CMSSUPL, CMOSUPL, CPBSUPL, CFDNSUPL, CFDASUPL, CEBSUPL, respectivamente), consumo total (CMSTOTAL, CMOTOTAL, CPBTOTAL, CFDNTOTAL, CFDATOTAL e CEBTOTAL, respectivamente), efeito associativo no consumo de volumoso (EAC, g de volumoso/g de suplemento) e consumo de água (CAGUA), com seus erro padrão da média (EPM) e valor de significância (PR>F).	37
Tabela 6	- Médias em percentual (%) de digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica, nitrogênio, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, e energia bruta (DMS, DMO, DN, DFDN, DFDA e DEB, respectivamente), balanço nitrogenado diário (BNDIARIO) e efeito associativo da digestibilidade da matéria seca (EAD), com seus respectivos valores de erro padrão da média (EPM) e valor de significância (PR>F).	40

LISTA DE ABREVIATURAS

Abreviatura	Descrição
AGV's	Ácidos Graxos Voláteis
BNDIARIO	Balanço Nitrogenado Diário
CAGUA	Consumo de Água
CEB	Consumo de Energia Bruta
CFDA	Consumo de Fibra em Detergente Ácido
CFDN	Consumo de Fibra em Detergente Neutro
CMO	Consumo de Matéria Orgânica
CMS	Consumo de Matéria Seca
CPB	Consumo de Proteína Bruta
CEBSUPL	Consumo de Energia Bruta do Suplemento
CFDASUPL	Consumo de Fibra em Detergente Ácido do Suplemento
CFDNSUPL	Consumo de Fibra em Detergente Neutro do Suplemento
CMOSUPL	Consumo de Matéria Orgânica do Suplemento
CMSSUPL	Consumo de Matéria Seca do Suplemento
CPBSUPL	Consumo de Proteína Bruta do Suplemento
CEBTOTAL	Consumo de Energia Bruta Total
CFDATOTAL	Consumo de Fibra em Detergente Ácido Total
CFDNTOTAL	Consumo de Fibra em Detergente Neutro Total
CMOTOTAL	Consumo de Matéria Orgânica Total
CMSTOTAL	Consumo de Matéria Seca Total
CPBTOTAL	Consumo de Proteína Bruta Total
CEBVOL	Consumo de Energia Bruta do Volumoso
CFDAVOL	Consumo de Fibra em Detergente Ácido do Volumoso
CFDNVOL	Consumo de Fibra em Detergente Neutro do Volumoso
CMOVOL	Consumo de Matéria Orgânica do Volumoso
CMSVOL	Consumo de Matéria Seca do Volumoso
CPBVOL	Consumo de Proteína Bruta do Volumoso
DEB	Digestibilidade da Energia Bruta
DFDA	Digestibilidade da Fibra em Detergente Ácido
DFDN	Digestibilidade da Fibra em Detergente Neutro
DN	Digestibilidade do Nitrogênio
DMO	Digestibilidade da Matéria Orgânica
DMS	Digestibilidade da Matéria Seca
EA	Efeito Associativo
EAC	Efeito Associativo Consumo
EAD	Efeito Associativo Digestibilidade
EB	Energia Bruta
EEA	Estação Experimental Agronômica
FDA	Fibra em Detergente Ácido
FDN	Fibra em Detergente Neutro
LEZO	Laboratório de Ensino Zootécnico
LNA	Laboratório de Nutrição Animal
MS	Matéria Seca
MO	Matéria Orgânica
PB	Proteína Bruta
PV	Peso Vivo

UFRGS

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

1. INTRODUÇÃO

Em geral, os sistemas de produção de ruminantes no Brasil apresentam como principal recurso alimentar as áreas de pastagens, cultivadas ou nativas. Isto é devido a fatores econômicos ou por sua disponibilidade e qualidade distintas nas diferentes regiões do país. A Região Sul brasileira situa-se em uma latitude, que pode ser considerada privilegiada, pois permite a utilização de espécies forrageiras tropicais, subtropicais, bem como temperadas. Esse fato possibilita e facilita a adoção de sistemas pastoris de produção animal durante todo o ano ou grande parte do mesmo. Todavia, dadas algumas circunstâncias, os sistemas de produção animal baseados apenas na exploração de áreas de pastejo podem não atender a demanda de nutrientes necessária para que os animais expressem todo o seu potencial genético de produção. Fatores como a produção estacional das plantas forrageiras geram uma grande oscilação na capacidade de suporte destas áreas, demonstrando a existência de períodos de abundância e períodos de escassez.

Os períodos de escassez, sejam provenientes da baixa produção de matéria seca e/ou baixa qualidade nutricional dos componentes das plantas, repercutem em redução no ganho de peso animal e, até mesmo, perda de peso. São esses fatores que corroboram para uma maior lentidão do sistema produtivo e, conseqüentemente, queda ou atraso do seu retorno financeiro. Dados estes fatos, os suplementos concentrados podem ser vistos como uma importante ferramenta para se corrigir ou amenizar possíveis deficiências nutricionais que interferem no desempenho dos animais em pastejo, sejam elas de ordem quantitativa e/ou qualitativa. A suplementação energética e/ou proteica tende a disponibilizar dentro do ambiente ruminal um maior aporte de nutrientes como nitrogênio, fósforo e enxofre, além de energia, estimulando a atividade da fauna bacteriana ruminal, disponibilizando maiores teores de ácidos graxos voláteis e proteína microbiana.

O emprego de estratégias de suplementação concentrada tem apresentado uma significativa elevação com o decorrer do tempo na maioria dos estados brasileiros. Sua justificativa está intimamente ligada a capacidade, muitas vezes, limitada das plantas forrageiras em manterem os níveis de produção em seus ápices, justamente quando a demanda do mercado exige índices zootécnicos cada vez mais elevados ao longo dos anos. Esta tática pode ser incorporada ao sistema de produção de maneira sistêmica ou estrutural, permitindo uma considerável elevação do retorno econômico dos sistemas de atividade pecuária, através do favorecimento de uma melhor e mais significativa eficiência produtiva e, por conseguinte, redução temporal no ciclo produtivo.

Existem parâmetros envolvidos na utilização de suplemento e seus impactos sobre a fisiologia digestiva animal e sua consequente resposta produtiva, os quais devem ser levados em consideração antes de se estabelecer a estratégia adequada. A inclusão de alimentos concentrados a base de grãos e seus subprodutos na composição da dieta total de ruminantes, podem prejudicar a manutenção do equilíbrio do ambiente ruminal, principalmente, quando estes possuem elevados teores de nutrientes altamente solúveis, dando-se ênfase, aos carboidratos de rápida fermentação ruminal. Teores dietéticos elevados de proteína de fácil fermentação, além de desequilíbrio, pela formação e acúmulo excessivo de amônia no ambiente ruminal, tendem a desencadear um dispêndio energético desnecessário, pois toda amônia produzida em excesso, posteriormente, será metabolizada no fígado e excretada na forma de ureia com consequente gasto de energia.

A população bacteriana ruminal para apresentar uma satisfatória eficiência fermentativa e desenvolvimento, necessita de um correto aporte de substratos, tais como amônia, aminoácidos e ácidos graxos, dentre outros. Um desequilíbrio no fornecimento destes, gera transtornos na funcionalidade da câmara fermentativa como um todo, através da interação entre os componentes dos alimentos que compõem a dieta total. Tais interações, normalmente, tendem a favorecer um maior ou menor aproveitamento dos componentes da dieta e, conseqüentemente, no desempenho animal. A estas interações entre os alimentos componentes da dieta, volumosos e concentrados, que desencadeiam uma série de alterações nos parâmetros de consumo e digestibilidade, por parte do animal, dá-se o nome de efeitos associativos, que por sua vez podem ser benéficos ou prejudiciais, dependendo dos níveis de inclusão na dieta e da magnitude das interações apresentadas entre si. Todavia a amplitude dos efeitos associativos ainda não está bem clara e definida. Mas sabe-se que quanto melhor for a qualidade do alimento volumoso, maior será o impacto negativo causado pela suplementação sobre o seu consumo e sua digestibilidade. Diferentemente, com forrageiras de baixa qualidade, a suplementação em níveis moderados tende a estimular e melhorar tais parâmetros.

Dados os fatos supracitados, torna-se visível a importância de se estudar e compreender a amplitude dos efeitos associativos existentes entre os alimentos volumosos e concentrados, permitindo então, que sejam utilizados a favor da produção animal, evitando-se assim, perdas de desempenho animal e financeiras.

O presente trabalho apresentou como objetivo avaliar os impactos de níveis de suplementação concentrada sobre parâmetros de consumo e digestibilidade aparente dos componentes da dieta total em ovinos, mensurando a magnitude dos efeitos associativos entre o suplemento e um volumoso de baixa qualidade.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importância da suplementação em sistemas produtivos de ruminantes

Devido a Era da industrialização e a grande expansão do capitalismo, a população humana tem apresentado um crescimento gradual com o decorrer dos anos, fato que resulta em uma substancial elevação da demanda por alimentos. Tal elevação visa atender à grande extensão numérica populacional e às mudanças de hábitos alimentares que esta nova população civilizada apresenta, a qual migrou de uma alimentação baseada principalmente em produtos de origem vegetal para uma alimentação mais baseada em proteína de origem animal.

Em virtude dessa crescente demanda, as técnicas de produção têm se apresentado de maneira mais organizada, aperfeiçoando-se para atingir o máximo e mais eficiente grau de produtividade. São as exigências mercadológicas as maiores responsáveis por nortear os sistemas de criação de ruminantes que utilizam as pastagens como base de alimentação, principalmente, referindo-se a possibilidade de se suprir à quantidade de nutrientes exigida para que o animal possa alcançar seu ápice de desempenho produtivo (Poppi e McLennam, 1995).

O Brasil apresenta um rebanho efetivo bovino de 193,4 milhões de cabeças (ANUALPEC, 2013) e ovino de 17,7 milhões de cabeças (Anuário da Pecuária Brasileira, 2013). Dentro deste efetivo, o país apresenta um total anual de animais abatidos de 40,2 milhões de bovinos e 5,3 milhões de ovinos (FAOSTAT, 2014).

Os sistemas de produção brasileiros de ruminantes apresentam como base alimentar a utilização de forragens, apresentando área total aproximada de 152 milhões de hectares destinados às pastagens naturais e cultivadas (MAPA, 2013). Entretanto, já é de comum conhecimento a falta de uniformidade na produção de plantas forrageiras durante o transcorrer do ano, havendo um período de elevadas ofertas de forragem de boa qualidade e outro de baixas ofertas e menor valor nutritivo das plantas. Perante esta falta de uniformidade de produção forrageira, os sistemas produtivos brasileiros têm apresentado uma significativa intensificação com o transcorrer dos anos, sendo constatada uma redução de 8% nas áreas de pastagens entre os anos de 1975 e 2011 (MAPA, 2013), enquanto a população bovina dobrou no mesmo período, 92,5 e 212,8 milhões, respectivamente, e a população ovina, embora tenha apresentado oscilações entre 14 e 20 milhões durante este período, apresentava valor de 17,8 milhões em 1975 e de 17,7 milhões em 2011. Em exemplo, na atualidade, cerca de 18,2% do número total de bovinos abatidos é

terminado em sistema de engorda intensiva, enquanto no ano de 2004, cerca de 14,6% dos bovinos eram abatidos neste sistema, representando um aumento de 3,6 pontos percentuais em um período de 9 anos (ANUALPEC, 2013).

Tendo em vista, uma situação onde a pastagem é tida como a base da alimentação de um rebanho, da interação entre as exigências nutricionais e o valor nutritivo da pastagem resulta o desempenho animal, que pode, ou não, ser satisfatório. Em ruminantes que se encontram consumindo forragens, a quantidade de alimento e, conseqüentemente, nutrientes que o animal é capaz de consumir é o fator de maior impacto e controle sobre a sua capacidade produtiva (Minson, 1990).

Na situação em que apenas a forragem não é capaz de suprir as exigências de produção do animal, faz-se necessária a inclusão de uma estratégia de suplementação, a qual se apresente mais conveniente e adaptada, dependendo, basicamente, das exigências dos animais e da quantidade e qualidade da forragem que se dispõe.

De um ponto de vista produtivista, Cibilis et al. (1990) definem o ato de se suplementar ruminantes, como a ação de se complementar e/ou integrar nutrientes a dieta, em um processo que é composto pelo animal, pela pastagem e pelo manejo, visando-se sempre a otimização do desempenho físico e econômico do sistema. Todavia, a suplementação concentrada de ruminantes pode ser definida de forma mais básica, como o ato de se incorporar na dieta total do animal um maior aporte de nutrientes de melhor qualidade (Cronjé, 1990).

De acordo com Lange (1980), mediante ao ato de suplementar um animal, procura-se obter um ou mais efeitos imediatos, tais como: aumentar o nível de produção individual, proporcionando os nutrientes cuja insuficiência faz com que a produção por animal fique abaixo do desejado; melhorar a eficiência e utilização do alimento, suprindo-se as exigências nutricionais do animal de forma completa e com correto balanço das proporções dos diferentes nutrientes; melhorar a utilização de plantas forrageiras, permitindo o aumento ou manutenção da carga animal nos períodos de déficit forrageiro, favorecendo a recuperação das forragens para novos picos de produção e evitando situações de sub-pastejo; prevenir déficits e doenças nutricionais por ausência de carências minerais; e transformar forragens e subprodutos de colheitas agrícolas em produto de origem animal.

O suprimento das exigências nutricionais para que seja possível a correta síntese de tecidos em ruminantes é altamente dependente do conteúdo de nutrientes presentes no alimento volumoso que o animal está consumindo, da composição bromatológica da porção da forragem selecionada para consumo pelo animal, da quantidade de cada nutriente obtida devido a seleção, das alterações realizadas pelos microrganismos ruminais sobre os nutrientes e da eficiência das reações bioquímicas envolvidas nos processos (Black, 1990).

A utilização e composição de um suplemento concentrado faz-se dependente da composição, valor nutritivo, digestibilidade, taxa de consumo, dentre outros, tanto do suplemento quanto da forragem utilizada, ou seja, da dieta total consumida pelo animal. Cochran et al. (1998) definem como suplemento ideal aquele que seja capaz de fornecer o aporte nutricional

deficiente nos demais componentes da dieta total consumida pelo animal, permitindo a maximização do uso do alimento volumoso, ou seja, faz-se importante que o suplemento concentrado apenas complemente os nutrientes faltantes no alimento volumoso, sem ser capaz de causar impactos negativos nos parâmetros de consumo e digestibilidade dos componentes nutricionais ofertados pelas plantas forrageiras.

Owens et al. (1991), salientam que o fornecimento de suplementos concentrados com boa disponibilidade de nutrientes, principalmente proteína, tendem a melhorar consideravelmente o desempenho de ruminantes consumindo forragens de baixo valor nutricional. De acordo com os mesmos autores, esse fato pode ser atribuído aos seguintes fatores: elevação do consumo e da digestibilidade da matéria seca, ocasionado pela inclusão do suplemento e seu aporte de proteína, energia e demais nutrientes, afetando fatores relacionados a forragem, como aumento na digestão microbiana e aumento da taxa de digestão total, elevando a taxa de passagem; elevação na eficiência do uso de nutrientes, devido ao suprimento das exigências de proteína e energia para a síntese de tecidos e apresentando alterações no status hormonal e/ou utilização dos nutrientes.

Em muitas circunstâncias a suplementação concentrada tende a proporcionar uma significativa melhora no desempenho animal, sendo capaz de servir como fonte de energia e/ou proteína. Assim, contornando o déficit de nutrientes observado no alimento volumoso e apresentando melhoras nos parâmetros de consumo e digestibilidade da dieta. Contudo nem sempre a resposta é satisfatória, podendo esta ser maior ou menor do que a esperada, apresentando efeitos contrários e indesejáveis como a redução do consumo e aproveitamento dos nutrientes do componente volumoso da dieta (Orskov, 1999). Essa variação perante a resposta obtida e a esperada pode ser explicada pela interação entre os componentes do suplemento concentrado e do alimento volumoso, a qual afeta o comportamento de consumo e digestibilidade da dieta, sendo estes considerados os efeitos associativos (Moore et al., 1999).

2.2 Conceitualização dos efeitos associativos

Dietas formuladas para ruminantes são, normalmente, baseadas em uma mistura de alimentos e seus valores nutricionais. Geralmente, são calculados com base na soma dos valores de nutrientes presentes nos alimentos que a integram, assumindo-se que estes valores individuais de cada componente não se alteram quando o animal consome tal mistura (Robinson et al., 2009). Segundo os mesmos autores, a influência individual de cada ingrediente que compõe a dieta total de um ruminante sobre a sua atividade ruminal pode ser muito variável e contraditória. Cada alimento que compõe a dieta apresenta um comportamento distinto quando combinado com outro ingrediente e isto faz com que os resultados esperados com a mistura de alimentos sejam diferentes dos observados quando os mesmos ingredientes são fornecidos aos animais de maneira separada.

Moore et al. (1999) definem os efeitos associativos como os desvios entre o desempenho esperado e observado, decorrentes dos efeitos da

suplementação sobre o consumo e a disponibilidade total de nutrientes na dieta do animal, ou seja, quando o aproveitamento dos nutrientes provenientes de uma mistura de alimentos não é exatamente igual à soma dos aproveitamentos dos mesmos nutrientes quando os alimentos são ofertados separadamente. Conforme Moe (1979), citado por Hart (1987), o termo efeito associativo representa de maneira descritiva uma resposta não linear no aproveitamento dos nutrientes quando dois ou mais alimentos são ofertados em forma de mistura compondo a dieta de um ruminante.

De acordo com Dixon e Stockdale (1999), os efeitos associativos ocorrem geralmente quando se incluem grão ricos em carboidratos de fácil fermentação na dieta de ruminantes baseada em forragem. Os mesmos autores salientam que os efeitos associativos podem ser denominados positivos quando a ingestão de energia metabolizável a partir da mistura for maior do que a esperada se grão e forragem fossem fornecidos separadamente e, denominados negativos em situações onde a ingestão de energia metabolizável for menor que a esperada.

Embora o significado dos efeitos associativos seja evidente, ou seja, que se saiba que a soma das partes que compõem a dieta, muitas vezes, é menor ou maior do que o observado com a combinação das partes, as razões que desencadeiam os efeitos associativos ainda não estão bem claras (Robinson et al., 2009). Os mesmos autores ressaltam que um verídico efeito associativo não se refere apenas a correção da deficiência de um nutriente, mas sim as interações entre os nutrientes.

2.3 Classificação dos efeitos associativos

A suplementação concentrada de ruminantes consumindo forragens pode proporcionar efeitos associativos de ordem aditiva ou substitutiva, entre forrageiras e o suplemento com consequências importantes na eficiência de utilização dos nutrientes (Moore et al., 1999).

O tipo e a magnitude dos efeitos associativos existentes durante o fornecimento de suplementos concentrados é altamente dependente da qualidade do volumoso, do nível de inclusão do suplemento na dieta, das características do suplemento utilizado e das exigências nutricionais por parte do animal (Goetsch et al., 1991).

Segundo Ellis et al. (1988), podem ser considerados volumosos de alta qualidade, os que apresentam digestibilidade da matéria orgânica (DMO) superior a 70 %, níveis de FDN inferiores a 45 % e um consumo de matéria seca (CMS) superior a 90 g/UTM. Volumosos de média qualidade apresentam DMO entre 55 e 70 %, teores de FDN entre 45 e 65 % e CMS entre 70 e 90 g/UTM. Volumosos de baixa qualidade são aqueles que apresentam DMO entre 45 e 55 %, teores de FDN entre 65 e 80 % e CMS entre 50 e 70 g/UTM.

Especialmente no caso de suplementos concentrados que apresentem elevados teores de carboidratos rapidamente fermentáveis, sugere-se que não se ultrapasse níveis de inclusão de 0,7 a 0,8 % do peso vivo (Horn e Mccollum, 1987; Caton e Dhuyvetter, 1997).

Embora os efeitos associativos sejam amplamente discutidos na temática que se refere a nutrição de ruminantes, ao menos em termos teóricos,

os mesmos raramente são levados em consideração no momento de se formular uma dieta (Robinson et al., 2009).

Para que seja benéfica a utilização da suplementação concentrada para o sistema produtivo, deve-se levar em consideração a qualidade e a quantidade de forragem disponível para os animais, tendo em vista os impactos positivos e negativos que a suplementação pode apresentar sobre o consumo de forragem (Islas et al., 2013).

Segundo Lange (1980), dependendo das combinações de volumoso e suplemento concentrado, das interações entre esses componentes e seus resultados na produtividade animal, pode-se classificar os efeitos associativos em cinco tipos de relações possíveis: adição de nutrientes, substituição de nutrientes, adição e substituição, adição com estímulo e substituição com depressão.

Efeito de adição de nutrientes – O efeito de adição pode ocorrer quando o animal obtém da planta forrageira uma reduzida quantidade total de nutrientes em situações onde a forragem pode apresentar pouca palatabilidade ou digestibilidade. Neste caso, o animal não havendo completado sua capacidade de ingestão, ao se fornecer quantidades relativamente reduzidas de suplemento na dieta total, principalmente grãos, os nutrientes que este fornece se somam aos provenientes da forragem, suprimindo as necessidades nutritivas do animal.

Efeito de substituição de nutrientes – Em situações onde se apresentam elevadas ofertas de forragem e, estas, de elevado valor nutritivo, o animal pode obter suficientes quantidades de nutrientes para apresentar o seu máximo desempenho produtivo. Neste caso, ao se incluir suplementos concentrados na dieta dos animais, acaba-se induzindo a um menor consumo de forragem, mas esse efeito substitutivo da forragem por grão não modifica a produtividade do animal, a qual já se apresentava em condição máxima sem a suplementação.

Efeito de adição e substituição – Com os efeitos combinados de adição e substituição, ficam compreendidas todas as situações intermediárias, que ocorrem com maior frequência do que esses efeitos isoladamente. Pode-se observar uma elevação da média da carga animal refletindo o efeito da substituição. Já os incrementos do ganho médio diário indicam que a inclusão de suplemento concentrado na dieta eleva a quantidade de nutrientes que o animal consome, refletindo o efeito de adição.

Efeito de adição com estímulo – Esta situação pode se apresentar ao se ministrar um suplemento concentrado de elevado teor de proteína aos animais que se encontram consumindo forragem de baixa ou média qualidade, como forragens provenientes de pastagens diferidas ou em avançado estágio evolutivo. Pressupõe-se que a inclusão de suplemento na dieta eleva a oferta de proteína e energia para o animal, estimulando um maior consumo da forragem de menor valor nutritivo. Além de melhorar o consumo de forragem, a suplementação concentrada com bom teor de proteína pode apresentar efeitos benéficos sobre a digestibilidade dos componentes da forragem, fato que explica a melhora no consumo voluntário de forragens de baixa e média qualidade. Se somente o consumo de forragem aumenta, espera-se que a capacidade de carga animal diminua, no caso de apenas a digestibilidade

aumentar, a capacidade de carga tende a se manter estável, já em situações onde ambos os parâmetros de consumo e digestibilidade são afetados positivamente, observa-se uma elevação da capacidade de carga animal.

Efeito de substituição com depressão – Este efeito é comum em situações onde o suplemento utilizado apresenta menor aporte nutricional do que a forragem que os animais se encontram consumindo e a oferta de forragem se encontra restrita, portanto, quanto maior for a restrição da oferta de forragem, maior será a sua substituição dentro da dieta pelo suplemento em questão (normalmente, forragens de baixa qualidade conservadas na forma de silagem ou feno), como consequência, a capacidade produtiva do animal apresenta-se reduzida, pois o suplemento em questão é de baixo aporte nutricional.

2.4 Incidência dos efeitos associativos

De acordo com alguns autores (Blaxter et al., 1961; Blaxter e Wilson, 1963; Campling e Murdoch, 1966), o efeito mais comum do fornecimento de alimentos concentrados para ruminantes é a redução do consumo de forragem por parte dos mesmos, mas este efeito, normalmente, se faz mais evidente com forragens de elevada digestibilidade. Entretanto alguns estudos sugerem que a oferta de pequenas quantidades de suplemento eleva a ingestão de forragens de baixa digestibilidade (Blaxter e Wilson, 1963; Crabtree e Williams, 1971).

O efeito associativo positivo ocorrerá quando um nutriente limitante para a microbiota ruminal, geralmente correlacionado com forrageiras de baixa ou média qualidade, é fornecido pelo suplemento que contenha a concentração deste e atenda a exigência do animal. Em situação contrária, tendo a forrageira uma qualidade de média para alta, o fornecimento de suplementos ricos em energia proveniente de carboidratos rapidamente fermentáveis, apresentará uma interação negativa com a microbiota, gerando um efeito negativo sobre a degradação da fibra (Dixon e Stockdale, 1999). O efeito associativo negativo é atribuído à queda do pH ruminal, gerada pela rápida fermentação de carboidratos presentes no suplemento, a qual apresenta como consequência a inibição do crescimento e/ou atividade dos microrganismos ruminais (Romney e Gill, 2000).

Efeitos associativos aditivos ocorrem na situação em que a suplementação proporciona aumento do consumo de matéria seca e/ou da digestão da forragem, as quais ocorrem em virtude dos nutrientes limitantes como o nitrogênio, fósforo ou enxofre presentes no concentrado e pouco disponíveis pela forragem, de forma contrária, os efeitos associativos de substituição, onde a suplementação reduz o consumo e/ou a digestão da forragem, ocorrem frequentemente em função de impactos negativos da suplementação sobre o pH e microbiota ruminal (Dixon e Stockdale, 1999).

A substituição está relacionada com o efeito associativo negativo entre volumoso e concentrado, situação na qual a forragem apresenta uma carência nutricional e consequente queda em sua aceitabilidade por parte do animal, deste modo, a suplementação com concentrado vem suprir tais deficiências e consequentemente ocupa a maior parte na dieta dos ruminantes

(Campling e Murdoch, 1966). Neste contexto, Morrison e Mackie (1996), afirmam que a taxa de substituição entre volumosos de baixa qualidade e concentrados não é significativa e a ingestão da mistura apresenta efeito aditivo, aumentando a densidade energética da dieta e melhorando o desempenho do animal. O efeito substitutivo é quantificado através da taxa de substituição que representa a redução no consumo de volumoso expressa como proporção da quantidade de suplemento consumido, a qual apresenta maior magnitude quanto maior a qualidade do volumoso (Minson, 1990; Moore et al., 1999).

2.5 Suplementação concentrada e efeitos associativos em ruminantes consumindo forragem

Em muitas regiões os ruminantes são predominantemente mantidos com alimentos ricos em fibra (forragens, fenos, palhas e etc.), os quais, normalmente, são deficientes em energia, proteína, minerais, vitaminas e vários nutrientes essenciais para a fermentação microbiana no rúmen e que, muitas vezes, fazem-se fatores limitantes para a produtividade ideal dos animais (Reed et al., 1990).

Moore et al. (1999) salientam que dietas compostas exclusivamente por forragens podem não oferecer aporte energético suficiente para que os animais atinjam o seu máximo desempenho produtivo e reprodutivo. Isto pode ser explicado por seu baixo consumo voluntário de alimento, associado à baixa digestibilidade e valor nutricional de tais forragens (Egan, 1977; Dixon e Egan, 2000).

De acordo com Tripathi et al. (2007), em muitas situações a quantidade e a qualidade das forrageiras que compõem a pastagem ou a parte volumosa da dieta não podem ser melhoradas devido ao aumento da população animal e, conseqüente, aumento da pressão de pastejo ou volume de consumo do componente forrageiro.

Uma possível solução para este problema, onde a qualidade e/ou a quantidade de forragem são fatores limitantes para a manutenção de um bom desempenho animal, e para gerar melhores índices zootécnicos seria a utilização de suplementos concentrados (McDonald et al., 1995; Islas et al., 2013). Suplementos contendo boas concentrações de energia metabolizável, proteína ou nutrientes que possam ser deficientes no volumoso são muitas vezes ofertados com o objetivo de melhorar a ingestão de nutrientes dos animais nestas condições (Dixon e Egan, 2000).

Em animais consumindo palha de cereais, ou feno de gramíneas, suplementos que forneçam substratos para a microbiota ruminal, em particular nitrogênio e/ou enxofre, muitas vezes resultam em aumentos substanciais na ingestão de volumoso e redução na taxa de perda de peso vivo (Coombe e Tribe, 1962).

Segundo Mandebvu e Galbraith (1999), a suplementação concentrada reduz a produção de metano e aumenta a produção de propionato no rúmen, contribuindo assim para a maior eficiência na utilização da energia proveniente da dieta e conseqüente desempenho animal. Outros autores (Stephenson e Bird, 1992; Molina et al., 1994; Maurya et al., 2004; Njoya et al.,

2005) salientam que a suplementação energética e/ou proteica não apresentam benefícios apenas no crescimento e desenvolvimento animal, mas, também, melhoram as taxas de fertilidade, desempenho reprodutivo e, conseqüentemente, a produtividade do sistema e dos animais consumindo forrageiras de baixa qualidade.

Animais que recebem suplementação proteica e/ou energética tendem a gastar menos tempo com a alimentação do que animais que se alimentam apenas de forragem (Adams, 1985; Krysl e Hess, 1993). Estas mudanças no comportamento alimentar de ruminantes podem estar relacionadas a fatores que influenciam a saciedade e o consumo de alimento dos animais, devido ao maior aporte nutricional que a suplementação oferece (Islas et al, 2013).

Segundo Dixon e Egam (2000), as respostas dos ruminantes consumindo volumosos de baixa qualidade aos suplementos são determinadas por um dado número de fatores. Os mesmos autores mencionam que tais volumosos normalmente contêm baixas concentrações de nutrientes essenciais, bem como de energia metabolizável e apresentam características físicas que podem limitar o consumo. Por outro lado, os suplementos geralmente apresentam elevadas concentrações de nutrientes essenciais e energia metabolizável. Autores como Leng (1990), Dixon e Stockdale (1999) e Fisher (2002), salientam que os suplementos podem reduzir, não apresentar efeito, ou elevar, tanto o consumo voluntário de forragens quanto a digestibilidade dos componentes fibrosos das mesmas, assim afetando diretamente o consumo de nutrientes e energia metabolizável.

A suplementação proteica de animais consumindo forragens de média e baixa qualidade tende em maior número de vezes a elevar o consumo de forragem, enquanto a suplementação energética, na mesma situação, apresenta maiores resultados de redução no consumo de forragem (Caton e Dhuyvetter, 1997; Moore et al., 1999). Em geral, a maioria dos suplementos concentrados utilizados para ruminantes são capazes de fornecer simultaneamente energia e proteína para os animais, todavia em proporções distintas. Moore et al (1999), sugerem que para a suplementação reduzir o consumo de forragem a relação entre energia e proteína da forrageira deve ser menor ou igual a 7, caso contrário o efeito da suplementação tende a ser a elevação no consumo de forragem.

Provavelmente existem inúmeros fatores responsáveis pelos impactos positivos ou negativos da suplementação sobre o consumo de forragem, entretanto, a composição nutricional do suplemento e suas interações com o ambiente e a função ruminal, certamente são os fatores de maior importância (Mertens, 1987).

A teoria bifásica da regulação do consumo voluntário descrita por Forbes (1995), sugere que o animal pode substituir consideravelmente a energia metabolizável proveniente dos volumosos de elevada qualidade, pela do suplemento. Normalmente, quando a dieta basal é composta de volumoso de alta qualidade, pode-se supor que a limitação do consumo voluntário ocorra devido a mecanismos de regulação metabólica, ou seja, a adição de níveis crescentes de suplementos energéticos à dieta faz com que a energia metabolizável do volumoso seja substituída pela do suplemento,

permanecendo desta forma o consumo limitado por razões metabólicas (Bines, 1971; Mertens, 1987; Dixon e Stockdale, 1999; Fisher, 2002). Dixon e Stockdale (1999) salientam que em situação oposta, quando a dieta basal é composta de volumoso de baixa qualidade, o fator limitante do consumo é o enchimento ruminal, portanto ao suplementar-se esta dieta com pequenas quantidades de alimentos energéticos, a contribuição ao enchimento ruminal será pequena, propiciando um maior consumo de matéria seca. Entretanto, a utilização de níveis elevados de suplementação poderá reduzir a digestibilidade da fibra, aumentando o tempo de retenção ruminal das partículas fibrosas no ambiente ruminal, levando a menores consumos de matéria seca.

Almejando-se uma capacidade produtiva máxima de ruminantes dentro dos sistemas produtivos, atualmente, muitas dietas têm sido formuladas com elevados teores de nutrientes, principalmente energia e proteína, visando o suprimento das exigências nutricionais dos animais (Beauchemin e Yang, 2005; Zebeli et al., 2008). Fatores que contribuem para as alterações das funções ruminais e digestivas são de suma importância perante a regulação do consumo de alimento em ruminantes (Caton e Dhuyvetter, 1997; Mertens, 1987).

Um dos principais problemas da intensificação nutricional dos sistemas de produção é o aparecimento de desordens metabólicas, tal como a acidose ruminal subclínica, que afeta o funcionamento do rúmen do animal, sua saúde e, conseqüentemente, a sua produtividade (Zebeli et al., 2008). Franzolin e Dehority (1996) salientam que dietas com elevadas quantidades de alimentos concentrados, podem reduzir o pH ruminal, o que, de acordo com Owens et al. (1998), é o fator principal para o aparecimento de um quadro de acidose subclínica, apresentando como consequência, a redução do consumo de alimentos e a absorção de nutrientes.

Segundo Hindrichsen et al. (2006), existe uma grande variação na composição dos distintos carboidratos utilizados na alimentação de ruminantes e, devido a tal variação, observa-se diferentes impactos sobre a digestão ruminal e pós-ruminal dos animais, conforme o tipo de carboidrato utilizado na dieta. A inclusão dietética de grandes quantidades de carboidratos de rápida fermentação presentes nos grãos e pelos baixos teores de fibra fisicamente efetiva presentes nestes nos mesmos ou na dieta total, são os principais fatores que favorecem as quedas de pH ruminal e o quadro de acidose subclínica (Plaizier et al., 2008).

Gozho et al. (2005) definem a acidose ruminal subclínica na situação em que o pH ruminal se mantém abaixo ou igual a 5,6 excedendo o período de 3 horas/dia. Li et al. (2014) salientam que em ambientes ruminais com pH baixo, menor do que 5,8, as bactérias celulolíticas apresentam a sua capacidade de proliferação comprometida.

Segundo Schwartzkopf-Genswein et al. (2003), existe uma alta correlação entre o manejo alimentar, ingestão de alimentos e desempenho animal, onde a variação na ingestão de alimentos causada por distúrbios digestivos, relacionados ao pH, é um dos fatores que mais tem apresentado baixo desempenho em ruminantes alimentados com elevados níveis de concentrado.

Alguns autores (Emery e Brown, 1961; Balch, 1971; Tripathi et al.,

2004) afirmam que além de outros fatores relacionados a redução da ruminação, mastigação e salivação, normalmente associadas com dietas de elevados níveis de concentrado, apresentam como consequência uma baixa capacidade de tamponamento ruminal, o que, juntamente com a rápida fermentação microbiana dos carboidratos solúveis, resulta na significativa queda no pH do rúmen, alteração na atividade da população microbiana ruminal, levando a um maior tempo de retenção ruminal da fibra, impactando negativamente sobre a digestibilidade e o consumo da pastagem. O tamanho das partículas do volumoso e, por conseguinte, sua efetividade física na dieta é responsável pela manutenção do pH do ambiente ruminal, pois afeta diretamente a mastigação do alimento por parte do animal e sua produção de saliva (Mertens, 1997). Li et al. (2014) salientam que o decréscimo do pH do ambiente ruminal, provavelmente, é proveniente da interação entre a inclusão de carboidratos de rápida fermentação na dieta, os quais causam a queda do pH, e a restrição da fibra efetiva da mesma, a qual reduz a capacidade tamponante ruminal, pela menor produção de saliva, devido a um menor tempo de mastigação.

Segundo Mertens (1994), o consumo voluntário de alimento é a principal variável que afeta o desempenho animal e conhecer seus determinantes torna-se de suma importância no processo produtivo de ruminantes. O mesmo autor salienta que a variável consumo é dependente de forma direta da eficiência do ruminante em processar e utilizar o alimento do ambiente ruminal para a produção de energia.

O consumo voluntário depende das taxas de digestão e de passagem e a digestibilidade é altamente correlacionada com o espaço de tempo que uma partícula permanece no interior do trato digestivo (Campling e Freer 1966; Thornton e Minson, 1972; Poppi et al., 1981). Por conseguinte, as diferenças nas taxas de passagem e degradação, geradas pela inclusão de suplementos, interferem de forma negativa ou positiva na eficiência e no equilíbrio do fluxo do substrato disponível para os microrganismos ruminais (Mccarthy et al., 1989).

De acordo com Mawuenyegah et al. (1997), volumosos de baixa qualidade são caracterizados pelo seu alto teor de fibra e baixo valor nutricional, tais alimentos apresentam baixa digestibilidade e metabolizabilidade, os quais, por sua vez, elevam a quantidade de resíduos fibrosos no rúmen, fator importante na restrição do consumo voluntário. Segundo os autores, a carga ruminal é aliviada pela remoção de tais resíduos através dos processos de digestão e passagem para o trato pós-ruminal e, por sua vez, a velocidade da digestão da parede celular dos volumosos é dependente da disponibilidade, principalmente, de nitrogênio e energia prontamente disponíveis, presentes nos alimentos concentrados, para o crescimento da microbiota ruminal, seu acesso aos carboidratos da parede celular e, então a redução do tamanho das partículas.

Elevar os teores de proteína e/ou de energia para o rúmen, através da inclusão de suplemento concentrado na dieta, pode compensar a perda na eficiência de ruminação de volumosos de baixa qualidade, mantendo as concentrações ideais de amônia ruminal para o máximo crescimento microbiano e digestão da fibra (Fujihara e Nakao, 1984; Weston, 1996).

Os substratos precursores da fermentação ruminal são o fator primordial que influencia a variação do pH e conseqüentemente, na composição da microbiota ruminal (Orskov e Ryle,1990; Krause e Oetzel, 2006). Segundo Henning et al. (1980), os suplementos constituídos por grãos, introduzidos na dieta a base de volumoso para ruminantes, normalmente alteram o tipo da microbiota predominante e suas atividades no rúmen, fazendo com que o número de bactérias amilolíticas aumente, enquanto o de bactérias fibrolíticas diminua quando carboidratos de rápida fermentação são utilizados. Valores de pH menor que 6,0 no líquido ruminal, resultam em queda e até inibição da atividade das bactérias celulolíticas (Stewart,1977; Hoover,1986; Russell e Wilson,1996; Wanapat et al., 2013).

Durante o processo fermentativo *in vivo* os efeitos da degradação dos carboidratos de rápida fermentação não desaparecem de maneira completa ou rápida, e estes resquícios geram impactos negativos de forma relativamente constante sobre a fermentação da parte fibrosa da dieta, provocada por uma relativa atenuação da atividade da população bacteriana celulolítica, como resultado da atividade fermentativa da população amilolítica (Robinson et al, 2009).

O efeito depressivo de baixos níveis de pH sobre o crescimento da flora celulolítica no ambiente ruminal tem sido atribuído à incapacidade apresentada por estes microrganismos de manter seu pH intracelular estabilizado, quando o pH ruminal cai a estes níveis (Russell e Wilson, 1996) e, também, ao decréscimo da capacidade desta população em se fixar nas partículas do alimento (Cheng et al. 1980; Calsamiglia et al. 2008). Além da depressão do crescimento e atividade das bactérias celulolíticas, causados pela queda do pH ruminal, tem-se que levar em consideração a competição entre bactérias amilolíticas, de rápido crescimento, e celulolíticas, de crescimento mais lento, por nutrientes essenciais como amônia e peptídeos (Martin et al., 2001). Quando amido e volumoso se encontram inclusos na dieta, o uso preferencial de aminoácidos e substratos peptídicos pelos microrganismos amilolíticos leva à baixa disponibilidade destes para os microrganismos celulolíticos, o que resulta em um efeito adverso na digestão da fibra semelhante ao gerado por baixas quantidades de substrato amônia no rúmen (Fick et al., 1973; Dixon e Stockdale, 1999).

Conforme Hoover e Stockes (1991), o crescimento bacteriano ruminal é influenciado por interações de fatores químicos, fisiológicos e nutricionais. Segundo os mesmos autores, com a utilização de volumosos de baixa qualidade, a participação da suplementação com concentrado até 30% da matéria seca consumida tende a estimular a digestibilidade da fibra. Por outro lado, alguns autores (Henning et al. 1980; Matejovsky e Sanson,1995) afirmam que em ovinos, níveis de suplementação superiores a 23% da matéria seca apresentam impacto negativo na ingestão de volumoso, sendo para estes, cerca de 8% da matéria seca o nível ideal para favorecer o aumento da ingestão.

A disponibilidade energética é um dos fatores limitantes de maior impacto no crescimento bacteriano, podendo-se por meio de alterações nas proporções de volumoso e concentrado, aumentar a quantidade de matéria orgânica fermentada e, conseqüentemente, a síntese de proteína microbiana,

quando houver maior aporte energético para a formação das ligações entre peptídeos (Clark et al. 1992; Bach et al., 2005). Observa-se uma relação inversa entre as perdas no aproveitamento do nitrogênio amoniacal dentro do ambiente ruminal e a energia disponível a partir da fermentação dos carboidratos presentes na dieta (Heldt et al., 1999). Satter e Slyter (1974) salientam que favorecer a manutenção ou a máxima digestão da fibra eleva as concentrações de nitrogênio amoniacal no ambiente ruminal, favorecendo assim o suprimento de nitrogênio necessário para o crescimento microbiano.

Segundo Firkins et al. (2007), a maior parte do suprimento de proteína para degradação no intestino delgado em ruminantes é proveniente da síntese de proteína microbiana ruminal, a qual representa de 50 a 80% da proteína total absorvível.

A proteína microbiana é sintetizada pelos microrganismos ruminais, a partir de aminoácidos e da amônia liberada no ambiente ruminal pela degradação da proteína bruta do alimento e do nitrogênio oriundo da secreção salivar (Minson, 1990). O mesmo autor ressalva que a proteína microbiana gerada no rúmen é altamente dependente do teor de nitrogênio no ambiente ruminal e da energia disponível, conforme a necessidade para que ocorra a síntese.

Com o aumento da inclusão de concentrado na dieta, a quantidade de energia e nitrogênio verdadeiramente digerido no rúmen também tendem a se elevar o que, possivelmente, seja o principal motivo para o aumento das concentrações de nitrogênio amoniacal dentro do ambiente ruminal (Moorby et al., 2006). Segundo Preston e Leng (1987), é importante ressaltar que um déficit na oferta de nitrogênio fermentável na dieta tende a decrescer a digestibilidade da fibra e, também, resultar em uma baixa relação entre aminoácidos e energia nos nutrientes absorvidos.

Hunter (1991) salienta que dietas com ampla relação de nitrogênio e matéria orgânica digestível (1:50) são associadas com concentrações de amônia inferiores a 50 mg por litro de fluido ruminal, o qual é considerado o valor mínimo para a máxima taxa de digestão da fibra, que irá interferir diretamente na síntese de proteína microbiana ruminal.

Conforme Owens et al. (1991), para cada quilograma de matéria orgânica fermentável no ambiente ruminal, aproximadamente 160 gramas de proteína microbiana podem ser sintetizadas, com conteúdo aproximado de 26 gramas de nitrogênio. Os mesmos autores ressaltam que em situações onde o conteúdo total de nitrogênio disponível é inferior a 26g/kg de matéria orgânica digestível o suprimento de amônia será inadequado e a produção de proteína bacteriana será reduzida.

Lamb e Eadie (1979) estudaram os efeitos de um suplemento a base de cevada sobre a ingestão e digestibilidade de volumosos de baixa qualidade, para isso, os autores trabalharam com ovinos alimentados com quatro volumosos, suplementados, ou não, com três níveis (235, 470 e 705g de cevada com base na matéria seca). Em experimento anexo, as condições ruminais foram mensuradas através de ovinos fistulados, alimentados com os volumosos e com ou sem suplementação de cevada (0, 200, 400 e 600g com base na matéria seca). Os autores observaram que a inclusão dos menores níveis de suplemento tenderam a não apresentar efeito, ou a elevar o consumo

de alguns volumosos. Entretanto os níveis mais elevados tenderam a deprimir o consumo. A digestibilidade da fibra tendeu a não ser afetada, ou a ser elevada para os volumosos com a inclusão do nível mais baixo de suplementação, até mesmo do que o tratamento sem suplementação, entretanto os níveis mais elevados tenderam a não apresentar efeito, ou a reduzir a digestibilidade de alguns volumosos. O aumento contínuo dos níveis de inclusão de suplemento apresentou efeito progressivo e significativo na redução do pH ruminal e na concentração de ácidos graxos voláteis (AGV's). As proporções molares de ácido acético foram reduzidas, enquanto as de ácido butírico foram elevadas, sugerindo queda na atividade da população celulolítica e aumento na atividade da população amilolítica. O desaparecimento da matéria seca e fibra foram significativamente maiores nas dietas em que somente cada feno foi ofertado sem suplementação.

Doyle et al. (1988) estudaram os efeitos de diferentes níveis de suplemento a base de grãos de aveia e farinha de girassol sobre o consumo e padrões de digestão ruminal de cordeiros fistulados, com peso médio variando de 22 a 28 kg, consumindo forragem de baixa qualidade. Foram utilizados quatro tratamentos (feno de aveia *ad libitum* = dieta basal; e dieta basal acrescida de 170, 330 ou 500 g de suplemento com base na matéria seca). A ingestão de matéria orgânica proveniente do feno não foi influenciada pelo menor nível de inclusão de concentrado na dieta, entretanto, os níveis mais elevados deprimiram significativamente a ingestão da mesma, apresentando uma taxa de substituição de 0,92. Os valores de digestibilidade da matéria orgânica do feno apresentaram decréscimo, conforme o nível de suplemento foi elevado. Os valores obtidos para a digestibilidade da matéria orgânica do feno foram 49,9 e 47% para os animais suplementados com o menor e maior nível de concentrado, respectivamente, sendo que os animais não suplementados apresentaram o valor de 51,0%. A digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN), foi reduzida apenas para os tratamentos com maiores níveis de inclusão de concentrado. Os valores de pH do fluido ruminal decresceram linearmente conforme o nível de suplemento foi elevado na dieta, porém a concentração de nitrogênio amoniacal se elevou linearmente.

As relações concentrado:volumoso de 10:90, 40:60 e 70:30, foram estudadas com cordeiros Suffolk fistulados no rúmen alimentados com feno de capim bermuda (*Cynodon dactylon*) por Kennedy e Bunting (1992). Eles observaram que a digestão ruminal da FDN decresceu linearmente com o aumento da inclusão de concentrado na dieta. A fração de FDN potencialmente fermentável no rúmen para cordeiros alimentados apenas com feno, obtida através de 72 horas de incubação, foi de 44%. Os valores obtidos de digestão da FDN para os cordeiros alimentados com as relações concentrado:volumoso de 10:90, 40:60 e 70:30, foram respectivamente de 41,7, 31,8 e 17,3%. A digestão ruminal da hemicelulose também foi reduzida linearmente conforme o nível de inclusão de concentrado foi elevado. O valor obtido, através de incubação, para digestão potencial da hemicelulose foi de 47%. Os valores de digestão da hemicelulose encontrados para cordeiros alimentados com as relações 10:90, 40:60 e 70:30, foram respectivamente de 33,6; 16,4 e 0%. O aumento da inclusão de concentrado na dieta gerou um decréscimo linear nos valores de pH ruminal médio, sendo estes de 6,7; 6,6 e 6,3, e mínimo 6,6; 6,2 e

5,6, respectivamente para as relações 10:90, 40:60 e 70:30.

Com cordeiros de 50 dias de idade e peso vivo médio de 18,8 kg, Franci et al. (1997) testaram dietas ofertadas *ad libitum*, compostas por 40% de concentrado a base de farelo de milho e soja e 60% de feno de alfafa, palha de trigo, glúten de milho ou ambos misturados em diferentes proporções e concluíram que a inclusão de palha de trigo na dieta reduziu a ingestão de matéria seca total, mas não significativamente a digestibilidade total dos nutrientes. Foi observado um efeito significativo e positivo, com relação à ingestão de matéria seca para a dieta composta por 40% de concentrado, 30% de palha de trigo e 30% de glúten de milho, a qual, das dietas mistas, apresentou a maior ingestão, com níveis próximos a dieta com 40% concentrado e 60% feno de alfafa. As digestibilidades da proteína e energia foi incrementada nos tratamentos que continham 40% de concentrado e 60% da mistura entre palha de trigo e glúten de milho e 40% de concentrado e 60% da mistura de palha de trigo, feno de alfafa e glúten de milho. A digestibilidade não foi diferente para os tratamentos 40% concentrado e 60% palha de trigo (baixa qualidade) ou 60% feno de alfafa (alta qualidade).

Mawuenyegah et al. (1997) analisaram os efeitos da suplementação proteica e/ou energética em ovinos da raça Corriedale alimentados com volumosos de baixa qualidade *ad libitum*, sendo eles palha de arroz ou cevada, suplementados ou não com farelo de soja e melaço. Foi observado que a digestibilidade da matéria orgânica e da fibra foram significativamente melhoradas pela inclusão de farelo de soja (150g) na dieta a base de palha de arroz. A suplementação com farelo de soja melhorou a digestão do nitrogênio da dieta a base de palha de cevada. Os tratamentos suplementados aumentaram a ingestão de matéria seca total e reduziram o tempo de ruminação dos animais. O índice de ruminação foi significativamente reduzido para a dieta a base de palha de arroz suplementada com farelo de soja (150g), mas não foi significativa para a dieta a base de palha de cevada. A produção de AGV's também foi elevada com a inclusão de suplementação na dieta. Os autores concluíram que através da suplementação estratégica o consumo e digestibilidade da matéria seca podem ser melhorados, visto que a mesma reduz o esforço para a ingestão e ruminação associados com o consumo de volumosos de baixa qualidade.

Dixon e Egan (2000) trabalhando com cordeiros mestiços Merino x Border Leicester com idade de 4 a 5 meses e peso médio vivo inicial de 27 kg consumindo palha de cevada *ad libitum* suplementados ou não com três níveis (6, 12, e 24 g/kg de peso vivo) de grão de cevada, ou farelo de algodão, ou farinha de peixe, observaram que os suplementos geraram um aumento linear na ingestão de matéria seca total, entretanto, ocasionaram decréscimo linear no consumo de palha, não apresentando diferenças entre si. A digestibilidade FDN foi reduzida para todos os suplementos e níveis avaliados, porém a suplementação com grão de cevada apresentou impactos negativos maiores.

Foram estudados os efeitos da suplementação com grãos de cevada ou aveia, como fonte de energia, no desempenho e outras características de cordeiros mestiços, com peso vivo médio de 35 kg, consumindo uma dieta a base de volumoso de baixa qualidade (Ponnampalam et al., 2004). Foram utilizados três tratamentos: feno de aveia e alfafa nas proporções de 85:15 com

base na matéria seca (dieta basal), ou a dieta basal suplementada com grão de cevada (300g/dia com base na matéria seca), ou grão de aveia (300 g/dia com base na matéria seca). Em ambos os casos a dieta basal foi ofertada *ad libitum*. Foi observado que o consumo voluntário de volumoso foi menor para os cordeiros que receberam a suplementação tanto a base de cevada quanto de aveia quando comparados aos alimentados apenas com a dieta basal, todavia, entre os grupos suplementados, não foi observada diferença no consumo de volumoso. As taxas de substituição aparente (decréscimo na ingestão de matéria seca de feno por unidade de matéria seca de suplemento ingerido) foram de 0,60 e 0,84 para o suplemento de cevada e aveia respectivamente. Os autores justificaram que a taxa de substituição mais elevada com a inclusão de aveia, em comparação com a de cevada pode ter sido devido aos maiores níveis de lignina, FDN e fibra em detergente ácido (FDA) presentes no grão de aveia, que por sua vez, reduziram a digestibilidade e o consumo de matéria seca. O consumo de energia metabolizável foi menor para os animais que consumiram apenas a dieta basal, quando comparados aos suplementados tanto com grãos de aveia ou cevada, mas o seu consumo de proteína bruta foi inferior apenas ao dos animais suplementados com grãos de cevada. A digestibilidade da matéria seca do feno foi elevada pela inclusão de suplemento a base de grão de aveia na dieta, mas foi ainda mais elevada com a inclusão de grãos de cevada.

Tripathi et al. (2007) avaliaram os efeitos de diferentes níveis de concentrado na fermentação ruminal, ingestão e utilização de nutrientes durante a fase de crescimento de cordeiros recém desmamados de peso médio de 13,9 kg e com livre acesso a fonte de volumoso de baixa qualidade. A suplementação consistia em concentrado fornecido *ad libitum*, 15 ou 25 g de concentrado/kg de peso vivo. Os pesquisadores observaram que os animais que receberam concentrado *ad libitum* consumiram apenas 20% de volumoso, de seu consumo total de matéria seca, resultando na relação de consumo de volumoso:concentrado de 1:4. O consumo de nitrogênio foi mais elevado e a sua excreção reduzida, conforme o nível de inclusão de concentrado na dieta aumentou, o que, segundo os autores, pode ser explicado pela disponibilidade de energia metabolizável no rúmen, a qual também aumentou linearmente conforme a inclusão de concentrado. A média do pH do fluido ruminal foi inferior para os animais alimentados com concentrado *ad libitum*, mas não diferiu entre os outros níveis de suplementação. A concentração ruminal de amônia não diferiu para os tratamentos, entretanto a concentração total de nitrogênio no líquido ruminal foi elevada conforme a inclusão de concentrado.

O efeito de níveis de inclusão de suplementação concentrada a base de grão de sorgo foi estudado em bovinos e ovinos consumindo forragens temperadas por Aguerre et al. (2013). Os autores utilizaram quatro tratamentos, sem suplementação e níveis de inclusão de grão de sorgo moído de 5, 10 ou 15g/kg de peso vivo. Foi observada a elevação do consumo total de matéria seca e matéria orgânica da dieta em bovinos, mas decréscimo para os ovinos. Conforme o nível de inclusão de grão na dieta se elevou, em ambas as espécies, o consumo de matéria seca e matéria orgânica da forragem decresceu. O consumo de nitrogênio, FDN e FDA totais manteve-se constante para bovinos, mas reduziram em ovinos conforme o nível de sorgo se elevou. A

digestibilidade da matéria seca e matéria orgânica em ambas as espécies se elevou com a inclusão de grãos. A digestibilidade do nitrogênio em bovinos não foi afetada, mas reduziu em ovinos. A digestibilidade da FDN não foi afetada em ambas as espécies, mas a da FDA em bovinos não foi afetada, mas reduziu em ovinos. Com o acréscimo de grãos na dieta, em ambas as espécies, o pH ruminal decresceu e a produção total de AGV's se elevou, mas não observou-se influência na concentração de nitrogênio amoniacal. A eficiência de síntese de proteína microbiana foi melhor em bovinos do que em ovinos, mas apresentou redução em ambas as espécies conforme elevou-se o nível de suplementação.

Cappelozza et al. (2014) avaliaram a influência da suplementação energética e proteica em bovinos fistulados consumindo forragem de baixa qualidade. Utilizaram três tratamentos: sem suplementação, suplementação com farelo de soja ou suplementação com a mistura de milho moído, farelo de soja e ureia, ofertados na proporção de 0,50 e 0,54% do peso vivo, respectivamente, permitindo que as dietas fossem isocalóricas e isoproteicas. Os autores não observaram influência da suplementação ou do seu tipo sobre a digestibilidade da matéria seca ou matéria orgânica proveniente do feno.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local e duração do experimento

O presente trabalho foi conduzido no setor de ruminantes do Laboratório de Ensino Zootécnico (LEZO) Prof. Geraldo Veloso Nunes Vieira.

As análises laboratoriais químicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição de Ruminantes (LANUR) e no Laboratório de Nutrição Animal (LNA) Prof. Dulphe Pinheiro Machado, pertencentes ao Departamento de Zootecnia da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

O experimento foi realizado de setembro a novembro de 2013, em dois períodos experimentais.

As análises laboratoriais das amostras experimentais foram concluídas em fevereiro de 2014.

3.2. Animais experimentais

Utilizou-se 16 ovinos machos, castrados, da raça Corriedale, com sete meses de idade e peso vivo médio inicial de $33,62 \pm 1,81$ kg.

Em período prévio ao experimento, os animais encontravam-se na Estação Experimental Agrônômica da UFRGS (EEA-UFRGS), onde foram dosificados preventivamente com vermífugo de princípio ativo Ivermectina 1%, injetável e receberam a dosagem de complexo vitamínico ADE, via oral. Posteriormente, os animais foram aleatoriamente distribuídos entre as baias experimentais, totalizando quatro repetições para cada tratamento avaliado.

3.3. Tratamentos

Os tratamentos foram aleatoriamente distribuídos aos animais. As dietas experimentais foram compostas pelo fornecimento de um suplemento concentrado, a base de farelo de soja, farelo de milho e farinha de mandioca, aliada a oferta de um alimento volumoso, na forma de feno, o qual apresentou baixa qualidade, oriundo de pastagem natural diferida, da região da depressão central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

Os quatro tratamentos utilizados podem ser observados na Tabela 1. As dietas utilizadas foram calculadas segundo o NRC (2007).

Com o objetivo de manter-se a oferta de suplemento de forma correta e constante (%PV), os animais foram pesados semanalmente, utilizando-se uma balança digital e, baseando-se nos referentes pesos obtidos, a oferta era reajustada.

Tabela 1 - Composição dos tratamentos avaliados

Tratamento	Fornecimento dos componentes da dieta		Número de animais por tratamento
	Feno	Suplemento	
T1	<i>Ad libitum</i>	0% do PV	4
T2	<i>Ad libitum</i>	0,33% do PV	4
T3	<i>Ad libitum</i>	0,66% do PV	4
T4	<i>Ad libitum</i>	1% do PV	4

3.4. Alimentos utilizados

O alimento volumoso e o suplemento concentrado foram fornecidos em duas refeições diárias, às 08 h e 30 min e às 18 h e 30 min.

Os alimentos foram fornecidos de maneira individual, em comedouros independentes.

Além dos alimentos que compunham os tratamentos, os animais também recebiam oferta *ad libitum* de sal mineral específico para ovinos, cuja composição pode ser observada na Tabela 2.

3.4.1. Feno

Utilizou-se feno de pastagem natural do bioma Pampa.

A composição químico-bromatológica deste componente pode ser observada na Tabela 3.

Com o objetivo de permitir um razoável nível de seleção do alimento por parte dos animais, mas sem desperdício de alimento, a oferta individual foi realizada de maneira que as sobras fossem de no mínimo 10% e no máximo 20% da quantidade ofertada.

3.4.2. Suplemento

O suplemento concentrado era preparado diariamente.

O motivo para este método está relacionado com a utilização da farinha de mandioca, pois sua granulometria é muito pequena, fato que permite sua fácil sedimentação após a mistura prévia com os demais componentes do suplemento, durante longos períodos de armazenamento.

Sendo a mistura realizada diariamente, evitava-se que os animais recebessem ofertas de suplemento de forma incorreta e desequilibrada.

Após o seu preparo, o suplemento era pesado e colocado em recipientes plásticos identificados para cada animal, conforme o respectivo tratamento.

De cada mistura realizada, cerca de 10% foi coletado para se formar uma amostra composta por período, utilizada para posteriores análises.

O suplemento utilizado era composto por 50,04% de farelo de soja, 35,30% de milho moído e 14,66% de farinha de mandioca.

A composição químico-bromatológica pode ser observada na Tabela 3.

Tabela 2 - Composição do suplemento mineral utilizado. Informações conforme fabricante.

Mineral	Quantidade do componente por kg do suplemento mineral
Fósforo	80g
Cálcio	120g
Enxofre	18g
Sódio	147g
Manganês	1320mg
Zinco	2730mg
Cobalto	44mg
Iodo	88mg
Selênio	18mg
Flúor	800mg

Suplemento mineral: GadoForte Ovinos[®], fornecido pela empresa Azevedo Bento.

Tabela 3 – Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), energia bruta (EB), do feno e dos suplementos utilizados nas dietas experimentais.

Composição	Alimento		
	Feno	Suplemento	
		Período 1	Período 2
MS (%)	85,32	88,23	87,89
MO (%)	91,26	95,80	95,88
PB (%)	7,05	25,98	27,62
FDN (%)	81,03	13,87	13,28
FDA (%)	48,61	8,92	11,70
EB (kcal/g)	4232	4575	4642

3.5. Condução do experimento

Previamente ao início do experimento os animais passaram por um período de adaptação, com duração de 15 dias, para que se acostumassem aos alimentos, ao confinamento, ao ambiente e ao manejo realizado. Durante este período de adaptação, os animais foram alimentados com feno e sal mineral ofertados *ad libitum*. O suplemento foi inserido na dieta de maneira gradativa, até que atingisse o nível correto, conforme o tratamento e o peso vivo, de cada animal que compunha o tratamento. Ambos os períodos foram constituídos por 21 dias, apresentando um intervalo de sete dias entre o término do primeiro e o início do segundo período. Os dias experimentais e suas respectivas atividades de cada período foram organizados da seguinte maneira: os primeiros sete dias foram destinados a adaptação dos animais (Fase 1); o intervalo do dia 8 ao 14 foram destinados para a mensuração do consumo máximo de alimento e água (Fase 2); do dia 15 ao 21, avaliou-se a digestibilidade aparente das dietas (Fase 3). No penúltimo dia de cada fase, os animais permaneciam em jejum de 12 horas, para a correta pesagem e ajuste da oferta de suplemento.

Os animais foram alocados em baias individuais de madeira, as quais eram suspensas do chão a uma altura de 0,50 metros e apresentavam dimensões de largura, comprimento e altura de 0,60, 1,70 e 0,80 metros, respectivamente. Tais baias dispunham de comedouros separados para o fornecimento de alimento e água.

A temperatura e umidade relativa do ar foram mensuradas dentro do galpão onde localizava-se o experimento, com o auxílio de um termômetro digital de máximas e mínimas (Tabela 4).

Tabela 4 – Dados referentes a temperatura e umidade relativa do ar

Variável		Período					
		P1			P2		
		Fase					
		1	2	3	1	2	3
Temperatura (°C)	Máxima	19,17	23,13	26,17	24,73	27,80	28,46
	Mínima	11,4	14,06	14,04	17,31	17,09	18,19
	Média	15,31	18,59	20,11	21,02	22,44	23,32
Umidade (%)	Máxima	92,57	88,86	84,29	92,71	83,71	85,71
	Mínima	71,57	59,57	50,14	57,14	51,00	51,29
	Média	82,07	74,21	67,21	74,93	67,36	68,50

3.5.1. Fase de avaliação do consumo máximo voluntário

O fornecimento de água foi realizado *ad libitum*, com o auxílio de bebedouros plásticos com capacidade para cinco litros. A oferta de água foi realizada duas vezes ao dia, juntamente com o fornecimento dos alimentos, pesando-se as ofertas e a sobras, com o auxílio de uma balança digital. A mensuração da oferta e da sobra de água foi realizada por massa (g), para evitar-se oscilações por variações na temperatura ambiente. Antes de cada oferta, os bebedouros eram devidamente higienizados.

Na alimentação, primeiramente, realizava-se a oferta do suplemento, em recipientes plásticos, aguardava-se 45 minutos após o horário de oferta do suplemento, para então, retirar-se os recipientes e realizar-se a oferta do feno. Esse intervalo de tempo foi obtido durante o período de adaptação, mostrando-se suficiente para que os animais pudessem realizar o seu devido consumo. As sobras do alimento volumoso foram coletadas e pesadas, apenas na manhã do dia seguinte, anteriormente ao fornecimento da alimentação da manhã. As mesmas, foram guardadas em sacos plásticos individuais, hermeticamente fechados, identificados com o número do respectivo animal, os quais foram alocados em ambientes limpos, arejados e isentos de luz e umidade.

O consumo máximo voluntário individual de cada nutriente avaliado foi obtido utilizando-se a seguinte equação:

$$CMV = (NUT VOL + NUT SUPL) - (NUT Sobras)$$

Onde:

CMV: Consumo máximo voluntário individual do nutriente;

NUT VOL: gramas do nutriente presente no alimento volumoso;

NUT SUPL: gramas do nutriente presente no suplemento

concentrado;

NUT Sobras: gramas do nutriente presente nas sobras de alimento.

3.5.2. Fase de avaliação da digestibilidade aparente

Baseado nos dados obtidos na fase de consumo máximo voluntário, calculou-se e estabeleceu-se a oferta de volumoso durante a fase de digestibilidade. A oferta foi 100% do consumo máximo voluntário apresentado pelo animal, dividida em duas refeições. As sobras foram mantidas no comedouro e misturadas com a nova oferta de alimento, diariamente.

As fezes foram coletadas com o auxílio de sacolas de lona e internamente forradas com sacolas plásticas, trocadas diariamente, assim preservando os coletores e, conseqüentemente, evitando contaminações das amostras. As coletas de fezes iniciaram 48 horas após o início desta fase. No período da manhã, antes da alimentação dos animais, as sacolas plásticas contendo as fezes foram retiradas e substituídas por novas. Pesava-se todo o conteúdo da sacola e retirava-se uma amostra de 10% do peso total, a qual foi armazenada em saco plástico hermeticamente fechado e posteriormente, congelada, objetivando-se a formação de uma amostra composta individual para posterior análise.

Com o objetivo de determinar o Balanço Nitrogenado, juntamente com o período de coleta de fezes, também, foi coletada a urina, com o auxílio de uma lona fixada na parte inferior das baias, que possuíam um furo central, onde foram colocados os coletores de urina. Diariamente, eram adicionados aos coletores de urina 5 mL de Tolueno, objetivando-se evitar perdas por evaporação ou atividade microbiana. O volume de urina produzida por cada animal foi mensurado diariamente e uma amostra de 10% do volume total era guardada em um recipiente de vidro escuro contendo 1 mL de ácido sulfúrico, evitando-se perdas de nitrogênio, e posteriormente armazenadas em uma geladeira.

O percentual de digestibilidade aparente individual de cada nutriente avaliado foi obtido utilizando-se a seguinte equação:

$$\%DNUT = \frac{(NUT \text{ consumido} - NUT \text{ excretado})}{NUT \text{ consumido}} \times 100$$

Onde:

DNUT: Digestibilidade do nutriente;

NUT consumido: gramas de nutriente consumido;

NUT excretado: gramas de nutriente excretado.

O balanço nitrogenado diário foi obtido utilizando-se a seguinte equação:

$$\%BN = \frac{[N \text{ consumido} - N \text{ excretado (fezes + urina)}]}{N \text{ consumido}} \times 100$$

Onde:

BN: Balanço nitrogenado diário;

N: Nitrogênio.

3.5.3. Cálculo dos efeitos associativos no consumo e digestibilidade da matéria seca

Os efeitos associativos para o consumo de matéria seca para cada nível de suplementação, foram calculados com uso da seguinte equação:

$$EAC \text{ (g/g)} = \frac{(CMSVOL \text{ T } 0\%PV - CMSVOL \text{ T } X\%PV)}{CMSSUPL \text{ T } X\%PV}$$

Onde:

EAC: Efeito associativo no consumo de matéria seca proveniente do alimento volumoso (g de volumoso/g de suplemento);

CMSVOL T 0%PV: Consumo de matéria seca do volumoso ajustado pelo peso vivo (g) do tratamento não suplementado;

CMSVOL T X%PV: Consumo de matéria seca do volumoso ajustado pelo peso vivo (g) do tratamento suplementado, sendo "X" o nível de inclusão (0,33; 0,66 ou 1% do PV);

CMSSUPL T X%PV: Consumo de matéria seca do suplemento ajustado pelo peso vivo (g) correspondente ao nível de suplementação "X".

Valores positivos para EAC, significam que o consumo de matéria seca do alimento volumoso do tratamento suplementado foi menor do que o do tratamento não suplementado e representam a taxa de substituição de volumoso por suplemento (g/g). Já valores negativos, significam que o consumo de matéria seca do alimento volumoso para o tratamento suplementado foi maior do que o tratamento não suplementado e representam a taxa de adição, ou seja, maior consumo de volumoso por inclusão de suplemento (g/g).

Os valores observados de digestibilidade da matéria seca de cada tratamento foram comparados aos seus respectivos valores esperados, calculados a partir dos valores individuais de cada componente da dieta. Para o cálculo do valor esperado de digestibilidade do feno foi utilizado a média dos valores apresentados pelos animais para cada período. Os dados utilizados para a obtenção dos valores esperados da digestibilidade do suplemento foram obtidos através da literatura (Valadares Filho et al., 2014).

Os valores esperados foram calculados utilizando-se a seguinte equação:

$$ESP = (DMS \text{ VOL} \times \% \text{ VOL}) + (DMS \text{ SUPL} \times \% \text{ SUPL})$$

Onde:

ESP: Digestibilidade aparente esperada da dieta;

DMS VOL: Valor obtido para a digestibilidade aparente da matéria seca individual do volumoso;

%VOL: Teor de inclusão do volumoso na dieta;
 DMS SUPL: Valor obtido para a digestibilidade aparente da matéria seca individual do suplemento;
 %SUPL: Teor de inclusão de suplemento na dieta.

Posteriormente os efeitos associativos para a digestibilidade aparente da matéria seca foram calculados com uso da seguinte equação:

$$EAD = \frac{(\text{OBSERVADO} - \text{ESPERADO})}{\text{ESPERADO}} \times 100$$

Onde:

EAD: % de efeito associativo para a digestibilidade aparente da matéria seca;

OBSERVADO: Valor de digestibilidade aparente da matéria seca observado;

ESPERADO: Valor de digestibilidade aparente da matéria seca esperado.

Valores positivos para EAD, indicam que a digestibilidade aparente da matéria seca foi favorecida pela adição de suplemento na dieta e representam um efeito associativo positivo. Valores negativos indicam prejuízo causado pela inclusão de suplemento e representam efeito associativo negativo.

3.5.4. Análises bromatológicas

Todas as amostras, exceto as de urina, passaram por um processo de pré-secagem em estufa de ar forçado a 60°C e, posteriormente moídas em moinho tipo Wiley com a utilização de uma peneira com crivos de 1mm de diâmetro.

A matéria seca das amostras foi obtida após a sua pré-secagem e a moagem. As mesmas foram colocadas em estufa de ar forçado a 105°C até apresentarem peso constante.

A determinação do conteúdo de cinzas das amostras foi obtida após 5 horas de incineração em mufla em 550°C. A matéria orgânica foi determinada pela diferença dos percentuais da matéria seca e do seu conteúdo de cinzas (MO = 100 - cinzas).

O teor de nitrogênio total das amostras, incluindo a urina, foi obtido através do método Micro-Kjeldahl conforme descrito por Prates (2007). Para obtenção do teor de proteína bruta, exceto para a urina, multiplicou-se o percentual de nitrogênio total pela constante de 6,25.

Os teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido foram obtidos segundo metodologia descrita por Prates (2007).

A energia bruta (kcal/g) foi obtida através do uso de Bomba Calorimétrica adiabática.

3.6. Delineamento experimental e análises estatísticas

Conduziu-se o presente experimento em um delineamento completamente casualizado, apresentando quatro repetições por período, totalizando oito repetições por tratamento. Os dados obtidos referentes aos parâmetros de consumo, digestibilidade e efeitos associativos foram analisados pelo PROC MIXED (SAS Institute, 2013), em modelo que incluiu o efeito fixo do tratamento e da interação tratamento-período, considerando o período (1 e 2) como efeito aleatório. Os dados, foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial pelo comando PROC MIXED (SAS Institute, 2013), adotando-se o nível de significância de 5%. Usando critérios de informação de Akaike, a estrutura CS (compound symetry) foi considerada como o melhor modelo para a estrutura de covariância residual. A normalidade dos resíduos e a homogeneidade das variâncias foram obtidas pelo comando PROC UNIVARIATE. Quando significativa, a interação foi obtida com o auxílio do PROC PLM.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Parâmetros de consumo máximo voluntário e efeitos associativos no consumo de volumoso

Conforme os dados (Tabela 5), observa-se que os CMS, CMO, CPB, CFDN, CFDA e CEB provenientes do alimento volumoso não foram afetados pelos níveis de oferta de suplemento. Entretanto, os consumos totais de MS, MO, PB e EB apresentaram comportamento linear positivo ($P < 0,0001$), conforme o nível de suplemento foi acrescido.

Tabela 5 - Médias (%PV) de consumo de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e energia bruta provenientes do feno (CMSVOL, CMOVOL, CPBVOL, CFDNVOL, CFDAVOL e CEBVOL, respectivamente), do suplemento (CMSSUPL, CMOSUPL, CPBSUPL, CFDNSUPL, CFDASUPL, CEBSUPL, respectivamente), consumo total (CMSTOTAL, CMOTOTAL, CPBTOTAL, CFDNTOTAL, CFDATOTAL e CEBTOTAL, respectivamente), efeito associativo no consumo de volumoso (EAC, g de volumoso/g de suplemento) e consumo de água (CAGUA), com seus erro padrão da média (EPM) e valor de significância ($PR > F$).

Parâmetros	Nível de inclusão de suplemento (% do PV)				EPM	Equação	r ²
	0	0,33	0,66	1			
CMSVOL	2,08	2,10	1,98	1,97	0,06	Ns	Ns
CMOVOL	1,88	1,90	1,79	1,78	0,06	Ns	Ns
CPBVOL	0,17	0,18	0,16	0,16	0,00	Ns	Ns
CFDNVOL	1,65	1,65	1,57	1,56	0,05	Ns	Ns
CFDAVOL	0,99	0,98	0,94	0,94	0,03	Ns	Ns
CEBVOL	8,81	8,87	8,37	8,33	0,26	Ns	Ns
CMSTOTAL	2,08	2,38	2,56	2,84	0,06	$Y=2,10+0,74x$	0,74
CMOTOTAL	1,88	2,17	2,34	2,61	0,06	$Y=1,90+0,71x$	0,76
CPBTOTAL	0,17	0,25	0,32	0,40	0,00	$Y=0,18+0,22x$	0,95
CFDNTOTAL	1,65	1,69	1,65	1,68	0,05	Ns	Ns
CFDATOTAL	0,99	1,01	1,00	1,04	0,03	Ns	Ns
CEBTOTAL	8,81	10,21	11,06	12,35	0,26	$Y=8,89+3,45x$	0,78
CAGUA	5,71	6,01	6,87	7,43	0,30	$Y=5,61+1,80x$	0,34
EAC	-	-0,04	0,19	0,13	0,18	Ns	Ns

Ns: Não significativo ($P > 0,05$).

Os efeitos associativos positivos (elevação do consumo) da

suplementação sobre o consumo dos componentes da forragem de baixa qualidade normalmente estão relacionados com a maior oferta de nutrientes que a suplementação proporciona e, os quais se apresentam carentes nestas forragens, tais como nitrogênio, fósforo e enxofre, que permitem um bom desenvolvimento da microbiota ruminal, especialmente da população celulolítica. Já os efeitos associativos negativos (redução do consumo), estão comumente relacionados com elevadas ofertas de energia, proveniente principalmente do amido presente no suplemento, as quais geram uma maior atividade de fermentação dos microrganismos amilolíticos e significativo decréscimo do pH ruminal, afetando de maneira negativa e direta o crescimento e a atividade dos microrganismos celulolíticos e, por conseguinte, elevando o acúmulo de material fibroso no rúmen e limitando o consumo de forragem (Dixon e Stockdale, 1999; Rommey e Gill, 2000).

Nas condições deste experimento, não foi observado efeito positivo no consumo dos componentes do volumoso, por este, apresentar uma qualidade muito baixa (7,05% PB, 81,03% FDN e 48,61% FDA) e os níveis de suplementação não serem muito elevados. Tais fatos corroboraram para que a disponibilidade de proteína fornecida pelo suplemento não fosse suficientemente grande para que fosse capaz de estimular o crescimento e a atividade da população bacteriana celulolítica e, conseqüentemente, o consumo de forragem (Fujihara e Nakao, 1984; Weston, 1996). A ausência de efeitos negativos pode estar relacionada com os baixos níveis de suplementação e com o teor não tão elevado de oferta e consumo de energia bruta proveniente do suplemento. Possivelmente, embora rico em amido, o suplemento não foi capaz de estimular significativamente o crescimento e a atividade da população bacteriana amilolítica e por conseqüência, não apresentou impacto significativo na redução do pH ruminal, não gerando ou gerando insignificantes interferências na atividade e crescimento da população celulolítica (Henning et al., 1980; Orskov e Ryle, 1990; Krause e Oetzel, 2006; Wanapat et al., 2013).

Outra questão importante a ser levada em consideração é que a forragem utilizada era proveniente de pastagem natural diferida, a qual apresentava infestação de Capim Annoni (*Eragrostis plana*, Nees), ou seja, apresentava-se em elevado estágio de maturação e, por conseguinte de FDN, FDA e lignina e a forragem era picada em cerca de 15 a 20 cm. Estes fatos podem ter contribuído de forma significativa para que os animais de todos os tratamentos tenham apresentado uma maior mastigação do volumoso antes da ingestão e durante a ruminação que, possivelmente, também foi elevada. Circunstâncias estas, que podem ter elevado a produção de saliva dos animais, rica em bicarbonato, facilitando a manutenção do pH do ambiente ruminal e rica em nitrogênio, ambos que aliados a energia total da dieta podem ter favorecido a manutenção de um ambiente ideal, ou próximo, para que não houvesse impactos da suplementação sobre o consumo de forragem (Emery e Brown, 1961; Balch, 1971; Mertens, 1997; Tripathi et al., 2004; Li et al., 2014). Todavia, é importante ressaltar que o CMSVOL para o tratamento ausente de suplementação apresentou-se abaixo do esperado para um ganho mínimo de 100g/dia, sendo este de 3%PV (NRC, 2007) e o observado de 2,08%PV. Pode-se notar que até mesmo os tratamentos com suplementação de 0,33 e 0,66%

do PV, apresentaram CMSTOTAL abaixo do valor esperado apenas para o volumoso. Estes fatos podem reafirmar a baixa qualidade do volumoso utilizado e, também, justificar a ausência de estímulo positivo ou negativo no CMS proveniente do volumoso, dada a possível incapacidade dos níveis de suplementação em contornar os efeitos de saciedade por mecanismos físicos (enchimento ruminal) e/ou quimiostáticos.

Como mencionado anteriormente, os consumos totais de MS, MO, PB e EB se elevaram conforme o nível de suplemento foi acrescido. Provavelmente, isso aconteceu pela suplementação não ter apresentado efeito de redução de consumo nestes mesmos parâmetros relacionados ao alimento volumoso e levando-se em consideração que todos os parâmetros de consumo referentes ao suplemento foram elevados de maneira linear, conforme o aumento da oferta. É concebível que, os mesmos, tenham influenciado de maneira positiva para o aumento dos parâmetros de consumo total. Neste caso, pode-se dizer que a suplementação colaborou para um efeito de adição de nutrientes, relacionado ao consumo total, ou seja, forneceu um aporte nutricional mais elevado para o animal, dada a baixa qualidade do alimento volumoso, elevando a ingestão total de nutrientes, mas sem apresentar impacto positivo ou negativo no consumo de forragem, promovendo a maximização do consumo total dos componentes da dieta (Morrison e Mackie, 1996).

Entretanto, os consumos totais de FDN e FDA não foram afetados pela adição de suplemento. Possivelmente, isto ocorreu, por esses componentes apresentarem baixos valores na composição do suplemento utilizado (13,87 e 8,92%, respectivamente para o período 1; e 13,28 e 11,70%, respectivamente para o período 2) e os níveis de suplementação não serem considerados elevados, além do fato, de os consumos dos mesmos componentes do alimento volumoso não terem sido influenciados pelos níveis de suplementação.

O CAGUA, também foi afetado de maneira linear crescente, conforme o aumento do nível de suplemento na dieta ($P < 0,0001$). O consumo de água apresentou comportamento linear crescente em função do consumo de alimento (Brew et al, 2011). Squires (1988), salienta que animais que consomem dietas ricas em nutrientes, em especial nitrogênio, apresentam um consumo de água mais elevado do que outros. Silva (2006) salienta que a ingestão de alimento estimula a ingestão de água e esta, por sua vez, tende a facilitar a ingestão de alimentos. Além disso, as propriedades sensoriais do alimento consumido são importantes influenciadores do consumo de água, além do consumo do próprio alimento. Tendo em vista estes fatos deve-se atentar que o consumo total de matéria seca dos animais elevou-se com o acréscimo de suplemento na dieta, o que pode ter estimulado o maior consumo de água dos mesmos. O fato de o alimento volumoso ser de baixa qualidade, com elevado teor de fibra e bastante grosseiro, também pode ser um fator para este estímulo, além de o feno possuir baixo teor de umidade. Entretanto, o fato que possivelmente apresentou maior efeito para esse aumento do consumo de água pode estar relacionado com a sensação de ressecamento gerada pelo aumento da proporção de suplemento na dieta total, tendo em vista que o teor de umidade deste é bastante reduzido.

4.2. Parâmetros de digestibilidade aparente e efeito associativo da digestibilidade da dieta total

Conforme esperado, todos os parâmetros de digestibilidade da dieta total, exceto FDN e FDA, foram elevados com a inclusão de suplemento na dieta, independentemente do nível de suplementação. A DMS foi afetada linearmente pelo aumento da oferta de suplemento ($P < 0,0001$). Já as DMO, DN e DEB, apresentaram comportamento quadrático ($P = 0,0433$; $P < 0,0001$ e $P = 0,0479$, respectivamente). Ao contrário do esperado as digestibilidades da FDN e FDA mantiveram-se estáveis, não sofrendo influência negativa do nível de suplementação (Tabela 6).

Deve-se atentar que conforme o nível de suplementação foi elevado, por consequência, incluiu-se na dieta total dos animais uma quantidade maior de matéria seca, matéria orgânica, proteína e energia com potencial de digestibilidade mais elevado do que as presentes no volumoso utilizado e, portanto, a influência positiva desta inclusão foi a elevação da digestibilidade para estes parâmetros da dieta total. É importante ressaltar que com a inclusão de suplemento concentrado na dieta as quantidades de proteína e energia digeridas no ambiente ruminal, também tendem a se elevar (Lange, 1980; Cronjé, 1990; Owens et al., 1991), favorecendo a utilização de substratos para a manutenção ou o crescimento das populações bacterianas ruminais. Ressalva-se, também, que o favorecimento ou manutenção de uma boa digestão fermentativa da fração fibrosa do alimento pode ser vista como um indicador de tendência à manutenção ou elevação na concentração de nitrogênio amoniacal dentro do ambiente ruminal, a qual favorece o suprimento das exigências de nitrogênio para a população microbiana ruminal (Satter e Slyter, 1974). Nas condições deste experimento, as DFDN e DFDA não foram afetadas negativamente.

Tabela 6 – Médias em percentual (%) de digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica, nitrogênio, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, e energia bruta (DMS, DMO, DN, DFDN, DFDA e DEB, respectivamente), balanço nitrogenado diário (BNDIARIO) e efeito associativo da digestibilidade da matéria seca (EAD), com seus respectivos valores de erro padrão da média (EPM) e valor de significância ($P > F$).

Parâmetros	Níveis de inclusão de suplemento (% do PV)				EPM	Equação	r^2
	0	0,33	0,66	1			
DMS	45,33	53,39	57,04	60,28	1,28	$Y = 46,77 + 14,55x$	0,63
DMO	49,27	56,90	60,46	63,44	1,09	$Y = 49,44 + 24,54x - 10,71x^2$	0,68
DN	26,06	50,40	62,49	67,17	1,96	$Y = 26,30 + 85,62x - 44,99x^2$	0,59
DFDN	54,78	54,69	54,03	52,28	1,36	Ns	Ns
DFDA	43,39	50,11	50,34	50,19	2,76	Ns	Ns
DEB	46,52	54,44	59,01	62,13	1,15	$Y = 46,61 + 26,54x - 11,11x^2$	0,59
BNDIARIO	0,46	2,64	5,81	8,51	0,55	$Y = 0,27 + 8,21x$	0,75
EAD	0	5,34	6,14	6,54	1,63	$Y = -0,78 + 20,27x - 13,12x^2$	0,42

Ns: Não significativo ($P > 0,05$).

Para os parâmetros de DFDN e DFDA, não observou-se efeito positivo, possivelmente por estes mesmos componentes apresentarem baixas concentrações no suplemento utilizado, não colaborando assim para o aumento da digestibilidade total destes parâmetros. Na verdade, o resultado esperado para tais parâmetros era a sua redução, proveniente dos impactos negativos dos níveis mais elevados de suplementação sobre o pH ruminal, devido ao aumento da população microbiana amilolítica ruminal e sua atividade, provocando a sua queda e, por conseguinte, uma significativa redução no crescimento da população microbiana fibrolítica (Henning et al., 1980; Orskov e Ryle, 1990; Krause e Oetzel, 2006; Wanapat et al., 2013). Possivelmente a população amilolítica sofreu efeitos positivos da suplementação, a qual pode ter proporcionado uma maior disponibilidade de substratos para estes microrganismos, favorecendo o seu crescimento e a sua atividade, fato que ajudaria a explicar os aumentos na digestibilidade dos parâmetros avaliados. Todavia, este possível favorecimento desta população e sua atividade, não foi capaz de gerar interferências negativas sobre a população fibrolítica, resultando na manutenção da digestão fermentativa das partes fibrosas da dieta total (Fick et al., 1973; Dixon e Stockdale, 1999; Martin et al., 2001).

O fato de os parâmetros de DFDN e DFDA não terem sido influenciados negativamente pelos níveis de suplementação pode ter colaborado para que a taxa de DMS da dieta total tenha apresentado aumento linear em todos os tratamentos, tendo em vista que a quantidade de FDN e FDA do volumoso utilizado e, o qual compunha a maior parte da dieta, foram bastante elevados (81,03 e 48,61%, respectivamente).

Observou-se uma elevação para parâmetros de DMO, DN e DEB para todos os níveis de suplementação utilizados, todavia o comportamento destas curvas de crescimento foi quadrático, ou seja, conforme o nível de suplementação foi se elevando, houve uma melhora da digestibilidade para tais parâmetros, mas a cada nível, tal melhora foi menor que para o nível anterior. Tal fato pode ter relação com uma possível pequena queda na taxa de digestão destes mesmos componentes do volumoso conforme o nível de suplementação foi acrescido.

Como já mencionado, o impacto positivo da suplementação concentrada sobre a população microbiana amilolítica ruminal e seu consequente impacto negativo sobre o pH do ambiente ruminal, sua maior competição por substratos, podem não ter sido capazes de inibir a atividade da população microbiana fibrolítica, mas podem ter causado um pequeno decréscimo em sua atividade fermentativa conforme o nível de inclusão de suplemento na dieta foi acrescido, gerando assim, decréscimo da digestibilidade ou disponibilidade de tais componentes da dieta (Henning et al., 1980; Orskov e Ryle, 1990; Krause e Oetzel, 2006; Wanapat et al., 2013). Estes fatos podem estar relacionados com a taxa de EA da digestibilidade da matéria seca da dieta total, também ter apresentado comportamento crescente quadrático, tendo em vista que possivelmente os componentes do volumoso, maior integrante da dieta, não apresentaram estímulo positivo referente a inclusão de suplemento concentrado, mas sim provavelmente uma pequena redução em sua taxa de digestão. Todavia, os acréscimos de suplementação

concentrada devem ter seus efeitos sobre a digestibilidade considerados positivos, pois mesmo que possam ter gerado um pequeno decréscimo na digestibilidade de alguns componentes do alimento volumoso, esta não foi capaz de afetar de maneira negativa os parâmetros de digestibilidade da dieta total, favorecendo um melhor aproveitamento da dieta.

O efeito negativo da queda do pH ruminal sobre os microrganismos fibrolíticos tem sido relacionado com a incapacidade destes em manter seu pH intracelular em ambientes de pH muito baixos e conseqüente decréscimo da capacidade de fixação destes microrganismos nas partículas de alimento. Todavia, autores como Mourião et al. (2001) e Palmonari et al. (2010) salientam que em situações onde o pH ruminal decai para faixas pouco abaixo da ideal, as bactérias celulolíticas podem permanecer aderidas e viáveis nas partículas de alimento e, talvez, consigam reiniciar seu crescimento de maneira relativamente rápida frente ao retorno de um ambiente ruminal com pH favorável no final do ciclo de alimentação. Outros autores (Kim et al., 2002; Klieve et al., 2003; Brown et al., 2006), relatam que com o aumento da inclusão de suplemento concentrado na dieta a população de bactérias que utilizam o lactato como substrato, também se eleva, o que segundo Fernando et al. (2010) pode ser considerado um importante mecanismo da manutenção do pH ruminal, tendo em vista que tais bactérias tendem a utilizar o excedente da produção ruminal de ácido láctico.

É importante ressaltar que, embora possa ter ocorrido este impacto negativo da suplementação sobre o pH do ambiente ruminal, existem outros fatores que podem ter neutralizado ou amenizado os seus efeitos negativos, tais como possíveis maiores índices de mastigação, ruminação e salivação, oriundas do elevado teor de fibra do alimento volumoso que, por conseqüente, podem ter suavizado o decréscimo do pH ruminal, mas não foram capazes de inibi-lo por completo (Emery e Brown, 1961; Balch, 1971; Mertens, 1997; Tripathi et al., 2004; Li et al., 2014). Outra questão importante é o consumo de água ter apresentado comportamento linear crescente conforme o consumo de suplemento se elevou, pois a água, por possuir pH aproximado 7,0, pode ter auxiliado o bicarbonato presente na saliva no tamponamento do ambiente ruminal.

O BNDIARIO apresentou comportamento linear ($P < 0,0001$), sugerindo que nos tratamentos sem e com suplemento, as exigências de proteína bruta foram supridas, permitindo a manutenção ou ganho de peso animal. Este fato, também pode sugerir que as exigências de nitrogênio para um bom crescimento e atividade das populações microbianas foram supridas, favorecendo uma boa digestibilidade dos componentes da dieta. É interessante lembrar que a maior parte da proteína utilizada pelo ruminante para suprir suas exigências nutricionais é proveniente da síntese e degradação da proteína de origem microbiana, variando de 50 a 80%, (Firkins et al., 2007).

5. CONCLUSÕES

Em um contexto geral, pode-se afirmar que a suplementação concentrada apresentou efeitos positivos para os ovinos consumindo volumosos de baixa qualidade, levando-se em consideração que o consumo voluntário de nutrientes da dieta total foi elevado conforme a intensificação do nível de suplemento e da densidade nutricional da dieta, bem como os parâmetros de digestibilidade da mesma.

Entretanto, pode-se observar a ausência de efeitos associativos positivos e negativos dos níveis de suplementação concentrada utilizados sobre os parâmetros de consumo dos componentes do alimento volumoso.

Os parâmetros de consumo dos componentes da dieta total se elevaram conforme o nível de suplementação foi acrescido, exceto de FDN e FDA, que se mantiveram estáveis.

Os parâmetros de digestibilidade da dieta total, exceto FDN e FDA, foram elevados com a inclusão de suplemento na dieta, independentemente do nível de suplementação, sendo que a DMS foi afetada de maneira linear.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É notável a importância que os efeitos associativos envolvidos na suplementação concentrada de animais consumindo forragem, tanto de baixa, média ou alta qualidade. Contudo a ausência ou presença destes efeitos, seus benefícios e malefícios, dependentes do ponto de vista, e sua magnitude, são muito variáveis e dependentes de inúmeros fatores conhecidos em hipótese ou, até mesmo, ainda desconhecidos por completo.

Se faz muito importante compreender a complexidade desta gama de variáveis envolvidas na suplementação concentrada de ruminantes consumindo forragem, uma vez que esta é uma ferramenta vista de forma muito importante e amplamente utilizada por técnicos, pesquisadores, produtores e sistemas produtivos em todo o mundo, sempre objetivando-se, embora de maneira as vezes diferente, uma maior produtividade por parte do animal e não somente uma maior produção. Obviamente, ruminantes que recebem uma alimentação de maior qualidade tendem a apresentar uma maior produção de carne, leite, lã e assim por diante. Mas esta maior produção, nem sempre é sinônimo de uma maior produtividade ou lucratividade, tendo em vista que, tudo é dependente do custo e eficiência de utilização e produção envolvidos no sistema.

As interações envolvidas entre os alimentos utilizados na dieta total de ruminantes devem ser vistas como um dos pontos primordiais para a manutenção e sobrevivência de um sistema produtivo. Devendo-se ter em vista que sempre que se formula uma dieta total, parte-se do pressuposto que o aproveitamento desta pelo animal se manterá constante e conforme o esperado, mas muitas vezes, os resultados finais apresentam-se de maneira contrária, podendo ser para melhor ou pior, impactando diretamente no retorno produtivo do animal e financeiro do sistema.

A formulação de uma dieta total, independentemente da espécie ou sistema, visa primordialmente o correto fornecimento e balanço do aporte nutricional necessário para que os animais cumpram com seus objetivos. Todavia, se as interações entre os alimentos que compõem a dieta podem comprometer estes cálculos e balanços, como podem ser esquecidas e não compreendidas e não levadas em consideração nos momentos necessários? Qual o objetivo de se formular uma dieta, então? De fato é benéfico suplementar os animais em uma dada situação? O que está envolvido nesta situação e qual o objetivo da suplementação? Se faz necessário um efeito positivo da suplementação sobre o consumo de forragem, o qual pode comprometer a disponibilidade de matéria seca em uma dada época? Ou

talvez, o efeito negativo de substituição de forragem por suplemento, permitindo um aumento na carga animal, a qual pode apresentar impactos negativos na compactação do solo e comprometer o sistema? Muitas coisas devem ser levadas em consideração para se estabelecer uma estratégia de suplementação.

Para que se possa, então, compreender os efeitos associativos envolvidos na suplementação concentrada de ruminantes consumindo forragem, é necessário testar as hipóteses utilizadas para se justificar a sua presença e magnitude, tais como, impactos no pH ruminal, disponibilidade de substratos, população de microrganismos e digestibilidade dos componentes da dieta, dentre outras. A compreensão de tais fatores, com absoluta certeza, aumentaria a eficiência de formulação de uma dieta total e, por conseguinte, a eficiência dos animais e dos sistemas produtivos. Afinal, não é este o nosso objetivo?

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, D. C. Effect of time of supplementation on performance, forage intake and grazing behavior of yearling beef steers grazing Russian wild ryegrass in the fall. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 61, n. 5, p. 1037-1042, 1985.

AGUERRE, M. et al. Intake and digestive responses by ruminants fed fresh temperate pasture supplemented with increased levels of sorghum grain: A comparison between cattle and sheep. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 186, n. 1-2, p. 12-19, 2013.

ANUALPEC. **Anuário estatístico da pecuária de corte**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio Ltda., 2013. p. 378.

ANUALPEC. **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio Ltda., 2013. p. 132.

BACH, A.; CALSAMIGLIA, S.; STERN, M. D. Nitrogen metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 88, (Suppl.), p. E9–E21, 2005.

BALCH, C. C. Proposal to use time spent chewing as an index of the extent to which diets for ruminants possess the physical property of fibrousness characteristic of roughages. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 26, p. 383- 392, 1971.

BEAUCHEMIN, K. A.; YANG, W. Z. Effects of physically effective fiber on intake, chewing activity, and ruminal acidosis for dairy cows fed diets based on corn silage. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 88, n. 6, p. 2117–2129, 2005.

BINES, J. A. Metabolic and physical control of food intake in ruminants. **Proceedings of the Nutrition Society**, Wallingford, v. 30, n. 2, p. 116-122, 1971.

BLACK, J. L. Nutrition of the grazing ruminant. **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production**, v. 50, p. 7-27, 1990.

BLAXTER, K. L. et al. The regulation of food intake by sheep. **Animal Production**, Pencaitland, UK, v. 3, n. 1, p. 51-61, 1961.

BLAXTER, K. L.; WILSON, R. S. The assessment of a crop husbandry technique in terms of animal production. **Animal Production**, Pencaitland, UK, v. 5, n. 1, p. 27-42, 1963.

BREW, M. N. et al. Water intake and factors affecting water intake of growing beef cattle. **Livestock Science**, Amsterdam, v.140, n. 1-3, p. 297-300, 2011.

BROWN, M. S. et al. Adaptation of beef cattle to high-concentrate diets: performance and ruminal metabolism. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, (Suppl.), p. E25–E33, 2006.

CALSAMIGLIA, S. et al. Changes in rumen microbial fermentation are due to a combined effect of type of diet and pH. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, n. 3, p. 702–711, 2008.

CAMPLING, R. C.; FREER, M. Factors affecting the voluntary intake of food by cows. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 20, p. 229-244, 1966.

CAMPLING, R. C.; MURDOCH, J. C. The effect of concentrates on the voluntary intake of roughage by cows. **Journal of Dairy Research**, Cambridge, v. 33, n. 1, p. 1-11, 1966.

CAPPELLOZZA, B. I. et al. Supplementation based on protein or energy ingredients to beef cattle consuming low-quality cool-season forages: I. Forage disappearance parameters in rumen-fistulated steers and physiological responses in pregnant heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 92, n. 6, p. 2716-2724, 2014.

CATON, J. S.; DHUYVETTER, D. V. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: requirements and responses. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, n. 2, p. 533-542, 1997.

CHENG, K. J. et al. Sequence of events in the digestion of fresh legume leaves by rumen bacteria. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 40, n. 3, p. 613–625, 1980.

CIBILIS, R. et al. Que és suplementar? In: MARTINS, D. V. (Ed.). **Suplementación estratégica para el engorde de ganado**. Montevideo: INIA, 1997, p. 54. (Série técnica, 83).

CLARK, J. H. et al. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 75, n. 8, p. 2304-2323, 1992.

COCHRAN, R. C. et al. Supplemental protein sources for grazing beef cattle. In: ANNUAL FLORIDA RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM, 9., 1998, Gainesville. **Proceedings...** Gainesville: [s.n.], 1998. p. 23-136.

COOMBE J. B.; TRIBE D. E. The feeding of urea supplements to sheep and cattle: the results of penned feeding and grazing experiments. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 59, n. 1, p. 125–141, 1962.

CRABTREE, J. R.; WILLIAMS, G. L. The voluntary intake and utilization of roughage-concentrate diets by sheep: 1. Concentrate supplements for hay and straw. **Animal Production**, Pencaitland, UK, v. 13, n. 1, p. 71-82, 1971.

CRONJÉ, P. B. Supplementary feeding in ruminants: a physiological approach. **South Africa Journal of Animal Science**, Hatfield, v. 20, n. 3, p. 110–115, 1990.

DIXON, R. M.; EGAN, A. R. Response of lambs fed low quality roughage to supplements based on urea, cereal grain, or protein meals. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 51, n. 7, p. 811–821, 2000.

DIXON, R. M.; STOCKDALE, C. R. Associative effects between forages and grains: consequences for feed utilisation. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 50, n. 5, p. 757–773, 1999.

DOYLE, P. T. et al. Effects of a concentrate supplement on the intake and digestion of a low-quality forage by lambs. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 111, n. 3, p. 503-511, 1988.

EGAN, A. R. Nutritional status and intake regulation in sheep. VIII. Relationships between the voluntary intakes of herbage by sheep and the protein/energy ratio in the digestion products. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 28, n. 5, p. 907–915, 1977.

ELLIS, W. C. et al. Dietary-digestive interactions determining the feeding value of forages and roughages. In: ORSKOV, E. R. (Ed.). **Feed Science**. Amsterdam: [s.n.], 1988. p. 177–229.

EMERY, R. S.; BROWN, L. D. Effect of feeding sodium and potassium bicarbonate on milk fat, rumen pH, and volatile fatty acid production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 44, n. 10, p. 1899–1902, 1961.

FAOSTAT. **Livestock database**. Disponível em:
<<http://faostat.fao.org/site/569/default.aspx#ancor>>. Acesso em: 20 jul. 2014.

FERNANDO, S. C. et al. Rumen microbial population dynamics during

adaptation to a high-grain diet. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 76, n. 22, p. 7482–7490, 2010.

FICK, K. R. et al. Influence of supplemental energy and biuret nitrogen on the utilization of low quality roughage by sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 36, n. 1, p. 137–143, 1973.

FIRKINS, J. L. et al. Ruminant nitrogen metabolism: perspectives for integration of microbiology and nutrition for dairy. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, (Suppl.), p. E1–E16, 2007.

FISHER, D. S. A review of a few key factors regulating voluntary feed intake in ruminants. **Crop Science**, Madison, v. 42, n. 5, p. 1651-1655, 2002.

FORBES, J. M. **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. Wallingford: CAB International, 1995, p. 453.

FRANCI, O. et al. Response surface analyses of the associative effects of lucerne hay, wheat straw and maize gluten feed on growing lambs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 67, n. 4, p. 279-290, 1997.

FRANZOLIN, R.; DEHORITY, B. A. Effect of prolonged concentrate feeding on ruminal protozoa concentration. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, n. 11, p. 2803–2809, 1996.

FUJIHARA, T.; NAKAO, T. The effect of casein supplement on the eating and rumination behaviour in sheep receiving a hay diet. **Japanese Journal Zootechnie Science**, v. 55, n. 3, p. 199-203, 1984.

GOETSCH, A. L. et al. Relationships of body weight, forage composition, and corn supplementation to feed intake and digestion by holstein steer calves consuming bermudagrass hay *ad libitum*. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, n. 6, p. 2634-2645, 1991.

GOZHO, G. N. Subacute ruminal acidosis induces ruminal lipopolysaccharide endotoxin release and triggers an inflammatory response. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 88, n. 4, p. 1399–1403, 2005.

HART, S. P. Associative effects of sorghum silage and sorghum grain diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 64, n. 6, p. 1779-1789, 1987.

HELDT, J. S. Effects of different supplemental sugars and starch fed in combination with degradable intake protein on low-quality forage use by beef steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, n. 10, p. 2793–2802, 1999.

HENNING, J. H. et al. Factors affecting the intake and digestion of roughage by sheep feed maize straw supplemented with maize grain. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 94, n. 3, p. 565-573, 1980.

HINDRICHSEN, I. K. et al. Digestive and metabolic utilisation of dairy cows supplemented with concentrates characterised by different carbohydrates. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 126, n. 1-2, p. 43-61, 2006.

HOOVER, W. H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 69, n. 10, p. 2755-2766, 1986.

HOOVER, W. H.; STOKES, S. R. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 10, p. 3630-3644, 1991.

HORN, G. H.; McCOLLUM, F. T. Energy supplementation of grazing ruminants. In: GRAZING LIVESTOCK NUTRITION CONFERENCE, 1987, Wyoming. **Proceedings...** Wyoming: [s.n.], 1987. p. 125-135.

HUNTER, R. A. Strategic supplementation for survival, reproduction and growth of cattle. In: GRAZING LIVESTOCK NUTRITION CONFERENCE, 2., 1991, Steamboat Springs, Colorado. **Proceedings...** Steamboat Springs, Colorado: Oklahoma State University, 1991. p. 32-47.

ISLAS, A. et al. Influence of supplementation with corn dried distillers grains plus solubles to growing calves fed medium-quality hay on growth performance and feeding behavior. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 92, n. 2, p. 705-711, 2013.

KENNEDY, D. W.; BUNTING, L. D. Effects of starch on ruminal fermentation and detergent fibre digestion in lambs fed bermudagrass hay. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 36, n. 1-2, p. 91-100, 1992.

KIM, Y. J. et al. The enrichment of a ruminal bacterium (*Megasphaera elsdenii* YJ-4) that produces the trans-10, cis-12 isomer of conjugated linoleic acid. **Journal of Applied Microbiology**, Oxford, v. 92, n. 5, p. 976-982, 2002.

KLIEVE, A. V. et al. Establishing populations of *Megasphaera elsdenii* YE 34 and *Butyrivibrio fibrisolvens* YE 44 in the rumen of cattle fed high grain diets. **Journal of Applied Microbiology**, Oxford, v. 95, n. 3, p. 621-630, 2003.

KRAUSE, K. M.; OETZEL, G. R. Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: A review. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 126, n. 3-4, p. 215-236, 2006.

KRYSL, L. J.; HESS, B. W. Influence of supplementation on behavior of grazing cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 9, p. 2546-2555, 1993.

LAMB, C. S.; EADIE, J. The effect of barley supplements on the voluntary intake and digestion of low quality roughages by sheep. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 92, n. 1, p. 235-241, 1979.

LANGE, A. **Suplementación de pasturas para la producción de carnes**. 2. ed. [S.I.]: CREA, 1980. p. 74. (Colección Investigación Aplicada).

LENG, R. A. Factors affecting the utilisation of poor-quality forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research Reviews**, Cambridge, v. 3, p. 277–303, 1990.

LI, F. et al. Effect of dietary physically effective fiber on ruminal fermentation and the fatty acid profile of milk in dairy goats. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 97 n. 4, p. 2281–2290, 2014.

MANDEBVU, P.; GALBRAITH, H. Effect of sodium bicarbonate supplementation and variation in the proportion of barley and sugar beet pulp on growth performance and rumen, blood and carcass characteristics in young entire lambs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 82, n. 1-2, p. 37-49, 1999.

MAPA. Pecuária brasileira reduz área e dobra produção em 36 anos. **MAPA**, Brasília, 6 fev. 2013. Notícias. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/noticias/2013/02/pecuaria-brasileira-reduce-area-e-dobra-producao-em-36-anos>>. Acesso em: 20 jul. 2014.

MARTIN, C. et al. Cereal supplementation modified the fibrolytic activity but not the structure of cellulolytic bacterial community associated with rumen solid digesta. **Reproduction Nutrition Development**, v. 41, n. 5, p. 413-424, 2001.

MATEJOVSKY, K. M.; SANSON, D. W. Intake and digestion of low-, medium-, and high-quality grass hays by lambs receiving increasing levels of corn supplementation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 2156-2163, 1995.

MAURYA, V. P. et al. Effect of dietary energy levels on physiological responses and reproductive performance of Malpura sheep in the hot semi-arid regions of India. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 55, n. 1-3, p. 117–122, 2004.

MAWUENYEGAH, P. O. et al. Effect of supplementary feeding with protein and energy on digestion and rumination behaviour of sheep consuming straw diets. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 129, n. 4, p. 479-484, 1997.

MCCARTHY JUNIOR, R. D. et al. Effects of source of protein and carbohydrate on ruminal fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 72, n. 8, p. 2002-2016, 1989.

McDONALD, P. et al. **Animal Nutrition**. London: Logmanns, 1995, p. 693.

MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 64, n. 5, p. 1548-1558, 1987.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JUNIOR, G. C. **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p. 450-492.

MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, n. 7, p. 1463–1481, 1997.

MINSON, D. J. **Forage in ruminant nutrition**. London: Academic Press, 1990. p. 483.

MOLINA, A. et al. Effect of mating season and level of body reserves on fertility and prolificacy of Machege ewes. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 14, p. 209–217, 1994.

MOORBY, J. M. et al. Effects of dairy cow diet forage proportion on duodenal nutrient supply and urinary purine derivative excretion. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89, n. 9, p. 3552–3562, 2006.

MOORE, J. E. et al. Effects of supplementation on voluntary forage intake, diet digestibility, and animal performance. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, p. 122-135, 1999.

MORRISON, M.; MACKIE, R. I. Nitrogen metabolism by ruminal microorganisms: current understanding and future perspectives. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 47, p. 227-246, 1996.

MOURIÑO, F. et al. Initial pH as a determinant of cellulose digestion rate by mixed ruminal microorganisms in vitro. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 84, n. 4, p. 848–859, 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants**. Washington, DC, USA: National Academy Press, 2007. p. 362.

NJOYA, A. et al. The effect of a strategic supplementation and prophylaxis on the reproductive performance of primiparous Fulbe ewes in the semi-arid zone

of Cameroon. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 56, n. 1-3, p. 21–29, 2005.

ORSKOV, E. R.; RYLE, M. **Energy nutrition in ruminants**. Cambridge: Elsevier Science Published, 1990. p. 146.

ORSKOV, E. R. Supplement strategies for ruminants and management of feeding to maximize utilization of roughages. **Preventive Veterinary Medicine**, London, v. 38, n. 2-3, p. 179-185, 1999.

OWENS, E. N. et al. Advances in amino acids and N utilization in grazing ruminants. In: GRAZING LIVESTOCK NUTRITION CONFERENCE, 2., 1991, Steamboat Springs, Colorado. **Proceedings...** Steamboat Springs, Colorado: Oklahoma State University, 1991. p. 109-137.

OWENS, F. N. et al. Acidosis in cattle: a review. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, n. 1, p. 275–286, 1998.

PALMONARI, A. et al. pH dynamics and bacterial community composition in the rumen of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 93, n. 1, p. 279–287, 2010.

PLAIZIER, J. C. et al. Subacute ruminal acidosis in dairy cows: the physiological causes, incidence and consequences. **The Veterinary Journal**, London, v. 176, n. 1, p. 21–31, 2008.

PONNAMPALAM, E. N. et al. Intake, growth and carcass characteristics of lambs consuming low digestible hay and cereal grain. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 114, n. 1-4, p. 31-41, 2004.

POPPI, D. P. et al. Studies of cattle and sheep eating leaf and stem fractions of grasses. II Factors controlling the retention of feed in the reticulo-rumen. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 32, n. 1, p. 109-121, 1981.

POPPI, D. P.; McLENNAN, S. R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n. 1, p. 278-290, 1995.

PRATES, E. R. **Técnicas de pesquisa em nutrição animal**. Porto Alegre: UFRGS, 2007. p. 414.

PRESTON, T. R.; LENG, R. A. **Matching ruminant production systems with available resources in the tropics and subtropics**. Armidale: Penambul Books, Australia, 1987. p. 245.

REED, J. D. et al. Fodder tree and strover diets for sheep: intake, growth,

digestibility and effects of phenolics on nitrogen utilisation. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 30, p. 39–50, 1990.

ROBINSON, P. H. et al. Evaluation of the extent of associative effects of two groups of four feeds using an in vitro gas production procedure. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 150, n. 1-2, p. 9–17, 2009.

ROMMEY, D. L.; GILL, M. Intake of forages. In: GIVENS, D. I. et al. (Ed.). **Forage evaluation in ruminant nutrition**. New York: Cabi publishing, 2000. p. 43-62.

RUSSELL, J.; WILSON, D. B. Why are ruminal cellulolytic bacteria unable to digest cellulose at low pH? **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 79, n. 8, p. 1503-1509, 1996.

SATTER, L. D.; SLYTER, L. L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British Journal of Nutrition**, Wallingford, v. 32, n. 2, p. 194-208, 1974.

SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S. et al. Effect of bunk management on feeding behavior, ruminal acidosis and performance of feedlot cattle: a review. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p. E149-E158, 2003.

SILVA, J. F. C. Mecanismos reguladores de consumo. In: BERCHIELLI, T.T. et al. (Ed.). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006, p. 583.

SQUIRES, V. R. Agua y sus funciones, regulación y empleo comparativo por los ruminantes; In: CHURCH, D. C. (Ed.). **El rumiante: fisiología digestiva e nutrición**. Zaragoza: Acribia, 1988, p. 641.

STEPHENSON, R. G. A.; BIRD, A. R. Response to protein plus energy supplementations of pregnant ewes eating mature grass diets. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v. 32, n. 2, p. 157–162, 1992.

STEWART, C. S. Factors affecting the cellulolytic activity of rumen contents. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 33, n. 3, p. 497–502, 1977.

THORNTON, R. F.; MINSON, D. J. The relationship between voluntary intake and mean apparent retention time in the rumen. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 23, p. 871-877, 1972.

TRIPATHI, M. K. et al. Effect of different levels of concentrate allowances on rumen fluid pH, nutrient digestion, nitrogen retention and growth performance of weaner lambs. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 72, n. 2-3, p. 178-

186, 2007.

TRIPATHI, M. K. et al. Effect of sodium bicarbonate supplementation on ruminal fluid pH, feed intake, nutrient utilization and growth of lambs fed high concentrate diets. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 111, n. 1-4, p. 27–39, 2004.

VALADARES FILHO, S. C. et al. **CQBAL 3.0. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos**. Disponível em: <www.ufv.br/cqbal>. Acesso em: 14 maio 2014.

WANAPAT, M. et al. Changes of rumen pH, fermentation and microbial population as influenced by different ratios of roughage (rice straw) to concentrate in dairy steers. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 26, n. 11, p. 1-11, 2013.

WESTON, R. H. Some aspects of constraint to forage consumption by ruminants. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 47, p. 175-197, 1996.

ZEBELI, Q. J. et al. Modeling the adequacy of dietary fiber in dairy cows based on the responses of ruminal pH and milk fat production to composition of the diet. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 91, n. 5, p. 2046–2066, 2008.

8. APÊNDICES

Apêndice 1 - Dados utilizados para os cálculos dos parâmetros de consumo máximo voluntário dos componentes da dieta

Tratamento	Período	Animal	Peso Médio do Animal - Fase 2	Dia Experimental - Fase 2	Oferta Total Volumoso (g)	Sobras Totais Volumoso (g)	Oferta de Suplemento (g)
T1	P1	988	34,64	8	1400	766	0
				9	1400	472	0
				10	1400	565	0
				11	1400	709	0
				12	1400	657	0
				14	1400	478	0
T1	P1	983	34,21	8	1400	652	0
				9	1400	426	0
				10	1400	569	0
				11	1400	633	0
				12	1400	433	0
				14	1400	529	0
T1	P1	995	33,04	8	1400	512	0
				9	1400	554	0
				10	1400	680	0
				11	1400	596	0
				12	1400	534	0
				14	1400	516	0
T1	P1	974	34,22	8	1400	385	0
				9	1400	528	0
				10	1400	655	0
				11	1400	795	0
				12	1400	467	0
				14	1400	418	0
T2	P1	986	34,37	8	1400	649	114
				9	1400	583	114
				10	1400	674	114
				11	1400	694	114

				12	1400	503	114
				14	1400	660	114
T2	P1	911	34,85	8	1400	410	114
				9	1400	432	114
				10	1400	526	114
				11	1400	539	114
				12	1400	282	114
				14	1400	327	114
T2	P1	934	32,48	8	1400	646	106
				9	1400	572	106
				10	1400	761	106
				11	1400	702	106
				12	1400	535	106
				14	1400	500	106
T2	P1	930	35,93	8	1400	821	118
				9	1400	697	118
				10	1400	672	118
				11	1400	809	118
				12	1400	398	118
				14	1400	500	118
T3	P1	928	33,66	8	1400	543	220
				9	1400	638	220
				10	1400	693	220
				11	1400	674	220
				12	1400	555	220
				14	1400	583	220
T3	P1	992	36,91	8	1400	428	242
				9	1400	554	242
				10	1400	803	242
				11	1400	484	242
				12	1400	348	242
				14	1400	509	242
T3	P1	940	33,94	8	1400	631	224
				9	1400	488	224
				10	1400	757	224
				11	1400	798	224
				12	1400	511	224
				14	1400	575	224
T3	P1	939	38,32	8	1400	490	250
				9	1400	327	250
				10	1400	515	250
				11	1400	555	250
				12	1400	372	250
				14	1400	439	250

T4	P1	918	39,05	8	1400	401	380
				9	1400	319	380
				10	1400	459	380
				11	1400	466	380
				12	1400	326	380
				14	1400	307	380
T4	P1	971	33,60	8	1400	716	328
				9	1400	699	328
				10	1400	822	328
				11	1400	579	328
				12	1400	585	328
				14	1400	403	328
T4	P1	909	35,20	8	1400	748	348
				9	1400	602	348
				10	1400	632	348
				11	1400	881	348
				12	1400	712	348
				14	1400	483	348
T4	P1	958	35,68	8	1400	601	346
				9	1400	545	346
				10	1400	509	346
				11	1400	700	346
				12	1400	395	346
				14	1400	405	346
T1	P2	974	33,31	8	1000	115	0
				9	1000	148	0
				10	1000	196	0
				11	1000	179	0
				12	1000	180	0
				14	1000	89	0
T1	P2	918	40,52	8	1200	131	0
				9	1200	207	0
				10	1200	178	0
				11	1200	173	0
				12	1200	311	0
				14	1200	102	0
T1	P2	930	35,11	8	1000	306	0
				9	1000	101	0
				10	1000	215	0
				11	1000	208	0
				12	1000	240	0
				14	1000	130	0
T1	P2	983	33,42	8	1000	394	0
				9	1000	308	0

				10	1000	155	0
				11	1000	221	0
				12	1000	296	0
				14	1000	175	0
T2	P2	958	36,75	8	1000	258	124
				9	1000	161	124
				10	1000	378	124
				11	1000	127	124
				12	1000	291	124
				14	1000	84	124
T2	P2	988	33,55	8	1000	170	110
				9	1000	165	110
				10	1000	216	110
				11	1000	150	110
				12	1000	182	110
				14	1000	160	110
T2	P2	995	32,69	8	1000	164	108
				9	1000	95	108
				10	1000	262	108
				11	1000	310	108
				12	1000	145	108
				14	1000	96	108
T2	P2	911	34,24	8	1000	131	114
				9	1000	88	114
				10	1000	93	114
				11	1000	57	114
				12	1200	204	114
				14	1200	96	114
T3	P2	940	34,82	8	1000	312	232
				9	1000	497	232
				10	1000	148	232
				11	1000	123	232
				12	1000	143	232
				14	1000	42	232
T3	P2	939	39,43	8	1000	127	262
				9	1000	105	262
				10	1000	127	262
				11	1000	95	262
				12	1000	148	262
				14	1000	111	262
T3	P2	934	33,14	8	1000	316	222
				9	1000	286	222
				10	1000	75	222
				11	1000	170	222

				12	1000	244	222
				14	900	93	222
T3	P2	992	37,26	8	1000	360	248
				9	1000	387	248
				10	1000	125	248
				11	1000	171	248
				12	1000	332	248
				14	900	69	248
T4	P2	909	37,74	8	900	387	380
				9	900	176	380
				10	900	182	380
				11	900	140	380
				12	900	219	380
				14	900	113	380
T4	P2	928	35,82	8	900	130	360
				9	900	75	360
				10	1000	103	360
				11	1000	89	360
				12	1000	238	360
				14	1000	77	360
T4	P2	986	34,71	8	900	148	342
				9	900	49	342
				10	1000	104	342
				11	1000	218	342
				12	1000	222	342
				14	1000	156	342
T4	P2	971	37,40	8	1000	441	380
				9	1000	152	380
				10	1000	85	380
				11	1000	102	380
				12	1000	124	380
				14	1000	56	380

Apêndice 2. Dados utilizados para os cálculos dos parâmetros de digestibilidade da dieta total

Tratamento	Período	Animal	Dia Experimental - Fase 3	Oferta Total Volumoso (g/dia)	Sobra Total Volumoso (g/Fase)	Oferta de Suplemento (g/dia)	Excreção Fecal (g/dia)	Excreção Urina (ml/dia)
T1	P1	988	15	726	0			
			16	726	0			
			17	726	0	787	435	
			18	726	0	857	470	

			19	726		0	891	550
			20		259	0	833	740
			21				803	890
T1	P1	983	15	796		0		
			16	796		0		
			17	796		0	683	575
			18	796		0	845	390
			19	796		0	944	230
			20		740	0	846	660
			21				974	490
T1	P1	995	15	766		0		
			16	766		0		
			17	766		0	639	560
			18	766		0	827	550
			19	766		0	784	580
			20		324	0	807	540
			21				744	500
T1	P1	974	15	786		0		
			16	786		0		
			17	786		0	890	380
			18	786		0	987	530
			19	786		0	1070	660
			20		103	0	991	760
			21				1080	500
T2	P1	986	15	700		114		
			16	700		114		
			17	700		114	698	180
			18	700		114	805	350
			19	700		114	731	450
			20		253	114	796	450
			21				854	380
T2	P1	911	15	886		116		
			16	886		116		
			17	886		116	839	280
			18	886		116	795	250
			19	886		116	962	600
			20		307	116	973	520
			21				1064	190
T2	P1	934	15	706		108		
			16	706		108		
			17	706		108	703	590
			18	706		108	1022	890
			19	706		108	867	1740
			20		192	108	910	1120

			21				956	930
T2	P1	930	15	692		118		
			16	692		118		
			17	692		118	641	215
			18	692		118	751	510
			19	692		118	781	560
			20		102	118	807	520
			21				801	440
T3	P1	928	15	720		224		
			16	720		224		
			17	720		224	702	810
			18	720		224	984	840
			19	720		224	1007	1095
			20		162	224	973	1060
			21				961	420
T3	P1	992	15	794		244		
			16	794		244		
			17	794		244	800	480
			18	794		244	844	480
			19	794		244	854	680
			20		443	244	784	560
			21				882	470
T3	P1	940	15	702		224		
			16	702		224		
			17	702		224	871	500
			18	702		224	939	460
			19	702		224	1015	880
			20		185	224	941	850
			21				922	1250
T3	P1	939	15	870		256		
			16	870		256		
			17	870		256	1063	420
			18	870		256	1158	510
			19	870		256	1133	550
			20		273	256	1245	610
			21				1220	500
T4	P1	918	15	912		402		
			16	912		402		
			17	912		402	1044	310
			18	912		402	1259	440
			19	912		402	1126	1800
			20		371	402	1247	360
			21				1218	340
T4	P1	971	15	698		344		

			16	698		344		
			17	698		344	847	520
			18	698		344	976	690
			19	698		344	946	1230
			20		161	344	967	650
			21				911	670
T4	P1	909	15	652		356		
			16	652		356		
			17	652		356	733	710
			18	652		356	867	540
			19	652		356	920	1190
			20		335	356	889	930
			21				919	760
T4	P1	958	15	800		368		
			16	800		368		
			17	800		368	853	400
			18	800		368	1051	600
			19	800		368	1061	100
			20		211	368	1160	750
			21				1112	670
T1	P2	974	15	848		0		
			16	848		0		
			17	848		0	1138	460
			18	848		0	1086	570
			19	848		0	1057	130
			20		387		1046	560
			21				1152	390
T1	P2	918	15	1016		0		
			16	1016		0		
			17	1016		0	1330	570
			18	1016		0	1009	370
			19	1016		0	1180	370
			20		385		1138	500
			21				1062	510
T1	P2	930	15	800		0		
			16	800		0		
			17	800		0	970	370
			18	800		0	797	320
			19	800		0	870	280
			20		286		829	300
			21				765	310
T1	P2	983	15	742		0		
			16	742		0		
			17	742		0	828	610

			18	742		0	845	500
			19	742		0	827	650
			20		624		832	240
			21				797	160
T2	P2	958	15	784		118		
			16	784		118		
			17	784		118	1042	360
			18	784		118	880	280
			19	784		118	913	440
			20		257		908	470
			21				962	530
T2	P2	988	15	826		110		
			16	826		110		
			17	826		110	983	850
			18	826		110	833	560
			19	826		110	863	810
			20		515		861	720
			21				892	790
T2	P2	995	15	822		108		
			16	822		108		
			17	822		108	931	900
			18	822		108	860	750
			19	822		108	792	890
			20		378		781	900
			21				926	1230
T2	P2	911	15	956		112		
			16	956		112		
			17	956		112	1106	320
			18	956		112	982	320
			19	956		112	997	250
			20		253		1148	210
			21				977	270
T3	P2	940	15	790		228		
			16	790		228		
			17	790		228	824	280
			18	790		228	915	185
			19	790		228	880	730
			20		199		1030	1460
			21				991	870
T3	P2	939	15	882		258		
			16	882		258		
			17	882		258	1133	520
			18	882		258	1049	350
			19	882		258	1122	360

			20		275		1204	315
			21				1208	490
T3	P2	934	15	786		216		
			16	786		216		
			17	786		216	965	770
			18	786		216	1005	490
			19	786		216	1090	930
			20		286		1097	1300
			21				940	825
T3	P2	992	15	742		244		
			16	742		244		
			17	742		244	801	700
			18	742		244	702	385
			19	742		244	713	675
			20		458		734	740
			21				842	510
T4	P2	909	15	698		376		
			16	698		376		
			17	698		376	1004	270
			18	698		376	949	510
			19	698		376	837	510
			20		285		400	760
			21				997	390
T4	P2	928	15	848		358		
			16	848		358		
			17	848		358	1172	340
			18	848		358	1016	350
			19	848		358	1014	300
			20		587		1187	565
			21				964	390
T4	P2	986	15	818		352		
			16	818		352		
			17	818		352	1103	370
			18	818		352	1047	390
			19	818		352	983	580
			20		273		1056	400
			21				1016	415
T4	P2	971	15	840		368		
			16	840		368		
			17	840		368	1188	810
			18	840		368	949	750
			19	840		368	994	790
			20		271		1057	790
			21				992	940

Apêndice 3 – Composição bromatológica dos alimentos utilizados na execução do experimento

Composição	Alimento		
	Feno	Suplemento	
		Período 1	Período 2
Matéria seca (%)	85,32	88,23	87,89
Umidade (%)	14,68	11,77	12,11
Matéria orgânica (%)	91,26	95,80	95,88
Proteína bruta (%)	7,05	25,98	27,62
Fibra bruta (%)	34,46	5,32	3,78
Extrato etéreo (%)	0,73	5,36	2,60
Cinzas (%)	8,74	4,20	4,12
Extrato não nitrogenado (%)	49,02	59,14	61,88
Fibra detergente neutro (%)	81,03	13,87	13,28
Fibra detergente ácido (%)	48,61	8,92	11,70
Lignina (%)	7,40	0,46	0,67
Energia bruta (Kcal/g)	4232,00	4575,00	4642,00
Nutrientes digestíveis totais (%)	49,44	84,55	83,80

Apêndice 4 – Composição bromatológica das sobras de feno

Tratamento	Período	Animal	Composição						
			Matéria Seca (%)	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteína bruta (%)	Fibra detergente neutro (%)	Fibra detergente ácido (%)	Energia bruta (Kcal/g)
T1	P1	988	83,86	16,14	6,50	3,74	87,54	51,58	4249,00
T1	P1	983	84,84	15,16	6,73	4,03	83,07	47,05	4236,00
T1	P1	995	84,19	15,81	7,04	3,96	85,85	49,27	4176,00
T1	P1	974	81,63	18,37	6,60	3,63	85,82	50,73	4274,00
T2	P1	986	82,40	17,60	6,72	3,41	88,60	52,23	4239,00
T2	P1	911	84,67	15,33	6,67	4,01	84,14	50,30	4217,00
T2	P1	934	83,77	16,23	6,83	3,11	85,31	51,09	4199,00
T2	P1	930	81,89	18,11	6,35	4,60	89,05	54,20	4249,00
T3	P1	928	84,99	15,01	5,79	3,95	85,86	51,02	4215,00
T3	P1	992	85,54	14,46	7,74	5,50	82,52	45,56	4174,00
T3	P1	940	81,35	18,65	6,82	3,74	83,65	51,32	4203,00
T3	P1	939	83,83	16,17	6,90	4,04	84,33	51,15	4216,00
T4	P1	918	84,09	15,91	6,36	4,24	82,98	48,59	4247,00
T4	P1	971	78,59	21,41	6,27	3,85	86,67	49,68	4218,00
T4	P1	909	83,69	16,31	6,76	4,12	83,82	49,12	4226,00
T4	P1	958	83,49	16,51	6,51	3,88	86,31	50,70	4214,00
T1	P2	974	81,48	18,52	12,34	6,56	83,42	54,36	4177,00
T1	P2	918	83,02	16,98	7,31	4,73	84,98	53,59	4298,00
T1	P2	930	85,80	14,20	6,52	4,51	85,78	55,40	4235,00
T1	P2	983	82,67	17,33	7,24	5,41	85,77	52,90	4303,00
T2	P2	958	83,73	16,27	6,99	4,49	86,53	55,45	4257,00
T2	P2	988	84,50	15,50	7,16	4,61	85,85	51,23	4246,00
T2	P2	995	84,45	15,55	6,41	4,60	85,17	56,55	4279,00
T2	P2	911	84,71	15,29	7,83	4,78	84,01	57,09	4176,00
T3	P2	940	80,91	19,09	6,60	3,64	88,27	57,69	4291,00
T3	P2	939	85,11	14,89	6,76	4,40	85,04	58,29	4249,00
T3	P2	934	81,39	18,61	6,84	4,63	84,40	54,33	4237,00
T3	P2	992	84,64	15,36	8,49	6,10	84,37	49,43	4208,00
T4	P2	909	84,87	15,13	6,40	4,69	86,62	56,94	4273,00
T4	P2	928	85,95	14,05	6,52	4,52	85,02	49,09	4231,00
T4	P2	986	84,54	15,46	7,68	5,02	85,63	50,73	4179,00
T4	P2	971	83,91	16,09	6,99	4,50	84,83	49,14	4263,00

Apêndice 5 – Composição bromatológica das fezes e nitrogênio total da urina

Tratamento	Período	Animal	Composição
------------	---------	--------	------------

			Matéria Seca (%)	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteína bruta (%)	Fibra detergente neutro (%)	Fibra detergente ácido (%)	Energia bruta (Kcal/g)	Nitrogênio total urina (%)
T1	P1	988	39,36	60,64	13,98	8,66	66,86	42,00	4197,00	2,46
T1	P1	983	38,04	61,96	18,29	8,37	68,64	43,52	3927,00	2,50
T1	P1	995	38,42	61,58	14,33	8,42	69,52	45,54	4086,00	2,63
T1	P1	974	40,33	59,67	15,63	10,01	67,67	56,59	4126,00	2,80
T2	P1	986	39,84	60,16	14,24	9,88	67,90	41,48	4213,00	6,38
T2	P1	911	38,75	61,25	16,99	10,13	68,38	42,91	4086,00	4,98
T2	P1	934	36,78	63,22	17,46	9,59	70,01	42,57	4005,00	2,92
T2	P1	930	42,59	57,41	14,75	9,93	69,54	44,17	4163,00	4,91
T3	P1	928	44,64	55,36	18,04	9,78	68,37	42,42	3951,00	5,38
T3	P1	992	40,63	59,37	13,66	10,56	65,34	39,65	4183,00	8,92
T3	P1	940	38,03	61,97	15,47	9,21	69,52	42,74	4056,00	5,83
T3	P1	939	33,39	66,61	13,87	8,73	67,70	41,96	4106,00	8,99
T4	P1	918	36,62	63,38	15,93	10,64	68,74	55,57	4066,00	8,15
T4	P1	971	39,03	60,97	14,17	10,77	67,87	42,39	4128,00	8,20
T4	P1	909	38,10	61,90	15,73	10,68	67,58	41,27	4022,00	8,31
T4	P1	958	45,56	54,44	15,65	10,26	70,68	43,48	4027,00	9,41
T1	P2	974	32,43	67,57	13,97	10,28	67,43	56,55	4232,00	2,62
T1	P2	918	35,12	64,88	15,48	10,88	63,96	40,48	4201,00	5,00
T1	P2	930	38,58	61,42	14,92	11,27	65,98	58,08	4241,00	4,61
T1	P2	983	35,50	64,50	16,54	11,18	63,22	56,58	4121,00	2,07
T2	P2	958	38,55	61,45	14,61	11,17	73,08	47,29	4234,00	7,39
T2	P2	988	36,89	63,11	13,75	11,37	67,68	44,71	4266,00	3,41
T2	P2	995	38,85	61,15	13,64	11,46	70,32	46,12	4256,00	3,08
T2	P2	911	37,55	62,45	15,46	11,66	69,21	60,82	4277,00	6,90
T3	P2	940	33,46	66,54	14,60	11,65	70,70	50,84	4196,00	4,84
T3	P2	939	33,64	66,36	14,11	11,80	69,03	42,87	4193,00	13,39
T3	P2	934	34,58	65,42	15,40	11,96	66,90	57,99	4185,00	3,22
T3	P2	992	40,15	59,85	14,17	11,62	69,45	41,64	4223,00	7,09
T4	P2	909	34,60	65,40	14,93	13,55	69,71	43,06	4264,00	6,87
T4	P2	928	34,85	65,15	14,28	12,34	68,72	39,85	4183,00	13,56
T4	P2	986	35,40	64,60	12,96	12,65	67,92	42,74	4342,00	11,31
T4	P2	971	33,72	66,28	13,16	12,41	72,32	15,64	4307,00	8,38

Apêndice 6 – Camandos do SAS e dados utilizados para a análise dos parâmetros de consumo máximo voluntário

OPTIONS NODATE NONUMBER FORMDLIM=!!; TITLE;

Data consumogAkgPM;

Input Período Tratamento Animal CMSVOL CMOVOL CPBVOL CFDNVOL
CFDAVOL CEBVOL CMSSUPL CMOSUPL CPBSUPL

CFDNSUPL CFDAUPL CEBSUPL CMSTOTAL CMOTOTAL CPBTOTAL
CFDNTOTAL CFDATOTAL CEBTOTAL

CAGUA;

TRATQUAD = Tratamento*tratamento;

TRATCUB= TRATQUAD*Tratamento;

Datalines;

1	0	988	1,98	1,77	0,19	1,51	0,92	8,34	0,00	0,00	0,00
		0,00	0,00	0,00	1,98	1,77	0,19	1,51	0,92	8,34	4,83
1	0	983	2,15	1,94	0,19	1,72	1,07	9,10	0,00	0,00	0,00
		0,00	0,00	0,00	2,15	1,94	0,19	1,72	1,07	9,10	5,40
1	0	995	2,14	1,93	0,19	1,67	1,03	9,15	0,00	0,00	0,00
		0,00	0,00	0,00	2,14	1,93	0,19	1,67	1,03	9,15	5,92
1	0	974	2,19	1,97	0,20	1,71	1,03	9,19	0,00	0,00	0,00
		0,00	0,00	0,00	2,19	1,97	0,20	1,71	1,03	9,19	5,28
1	0,33	986	1,97	1,77	0,19	1,48	0,90	8,33	0,29	0,28	0,08
		0,04	0,03	1,34	2,26	2,05	0,27	1,52	0,93	9,67	5,70
1	0,33	911	2,41	2,18	0,20	1,92	1,15	10,21	0,29	0,28	0,07
		0,04	0,03	1,32	2,70	2,45	0,28	1,96	1,18	11,53	5,26

1	0,33	934	2,08	1,87	0,21	1,62	0,97	8,86	0,29	0,28	0,07
	0,04	0,03	1,32	2,37	2,14	0,28	1,66	1,00	10,17	6,76	
1	0,33	930	1,84	1,65	0,17	1,38	0,81	7,78	0,29	0,28	0,08
	0,04	0,03	1,33	2,13	1,93	0,24	1,42	0,84	9,10	4,30	
1	0,66	928	2,00	1,78	0,19	1,54	0,93	8,48	0,58	0,55	0,15
	0,08	0,05	2,64	2,57	2,33	0,34	1,62	0,99	11,12	6,09	
1	0,66	992	2,03	1,84	0,16	1,63	1,02	8,66	0,58	0,55	0,15
	0,08	0,05	2,65	2,61	2,39	0,31	1,71	1,07	11,30	5,98	
1	0,66	940	2,02	1,81	0,19	1,60	0,94	8,58	0,58	0,56	0,15
	0,08	0,05	2,66	2,60	2,37	0,34	1,68	0,99	11,25	6,23	
1	0,66	939	2,13	1,93	0,18	1,70	1,01	9,04	0,58	0,55	0,15
	0,08	0,05	2,63	2,71	2,48	0,33	1,78	1,06	11,68	5,83	
1	1	918	2,24	2,02	0,18	1,80	1,09	9,46	0,86	0,82	0,22
	0,12	0,08	3,92	3,10	2,85	0,40	1,92	1,17	13,39	6,85	
1	1	971	2,07	1,85	0,19	1,60	0,99	8,79	0,86	0,83	0,22
	0,12	0,08	3,94	2,93	2,68	0,42	1,71	1,07	12,73	7,15	
1	1	909	1,79	1,60	0,17	1,40	0,86	7,57	0,87	0,84	0,23
	0,12	0,08	3,99	2,66	2,43	0,40	1,52	0,94	11,56	6,69	
1	1	958	2,12	1,90	0,19	1,65	1,00	8,98	0,86	0,82	0,22
	0,12	0,08	3,91	2,97	2,72	0,41	1,77	1,08	12,90	7,26	
2	0	974	2,19	2,01	0,16	1,77	1,04	9,30	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	2,19	2,01	0,16	1,77	1,04	9,30	6,45	
2	0	918	2,15	1,96	0,16	1,73	1,03	9,08	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	2,15	1,96	0,16	1,73	1,03	9,08	6,65	
2	0	930	1,94	1,76	0,15	1,55	0,91	8,23	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	1,94	1,76	0,15	1,55	0,91	8,23	5,23	
2	0	983	1,91	1,74	0,15	1,52	0,90	8,06	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	1,91	1,74	0,15	1,52	0,90	8,06	5,94	
2	0,33	958	1,83	1,66	0,14	1,45	0,86	7,73	0,30	0,28	0,08
	0,04	0,03	1,38	2,12	1,94	0,22	1,49	0,89	9,10	7,17	
2	0,33	988	2,11	1,91	0,16	1,68	1,01	8,90	0,29	0,28	0,08
	0,04	0,03	1,34	2,39	2,19	0,24	1,72	1,05	10,24	6,03	
2	0,33	995	2,15	1,95	0,16	1,72	1,01	9,07	0,29	0,28	0,08
	0,04	0,03	1,35	2,44	2,23	0,24	1,76	1,04	10,42	6,28	
2	0,33	911	2,38	2,17	0,17	1,92	1,13	10,10	0,29	0,28	0,08
	0,04	0,03	1,36	2,67	2,45	0,26	1,96	1,17	11,45	6,61	
2	0,66	940	1,96	1,78	0,15	1,55	0,91	8,27	0,59	0,56	0,16
	0,08	0,07	2,72	2,55	2,34	0,32	1,63	0,98	10,99	9,32	
2	0,66	939	1,91	1,74	0,14	1,54	0,90	8,07	0,58	0,56	0,16
	0,08	0,07	2,71	2,49	2,30	0,30	1,61	0,97	10,78	6,56	
2	0,66	934	2,05	1,86	0,16	1,64	0,97	8,66	0,59	0,56	0,16
	0,08	0,07	2,73	2,64	2,42	0,32	1,72	1,04	11,40	8,98	
2	0,66	992	1,70	1,55	0,13	1,36	0,82	7,23	0,58	0,56	0,16
	0,08	0,07	2,72	2,29	2,12	0,29	1,44	0,89	9,94	5,95	
2	1	909	1,58	1,43	0,12	1,25	0,73	6,66	0,88	0,85	0,24
	0,12	0,10	4,11	2,46	2,28	0,37	1,37	0,83	10,77	9,05	

2	1	928	2,02	1,84	0,15	1,62	0,98	8,54	0,88	0,85	0,24
		0,12	0,10	4,10	2,90	2,68	0,39	1,74	1,08	12,64	6,91
2	1	986	2,01	1,83	0,15	1,61	0,97	8,53	0,87	0,83	0,24
		0,12	0,10	4,02	2,88	2,66	0,39	1,73	1,07	12,55	7,76
2	1	971	1,92	1,75	0,14	1,54	0,93	8,12	0,89	0,86	0,25
		0,12	0,10	4,15	2,82	2,60	0,39	1,66	1,04	12,27	7,77

```

;
proc mixed data = consumogAkgPM;
class tratamento periodo;
model CMSVOL = tratamento periodo tratamento|periodo ;
repeated periodo / type=cs;
lsmeans tratamento periodo tratamento|periodo/pdiff;
contrast 'tratameto L' tratamento -3 -1 1 3;
contrast 'tratamento Q' tratamento 1 -1 -1 1;
contrast 'tratamento C' tratamento -1 3 -3 1;
run;

proc mixed data = consumogAkgPM;
class tratamento periodo;
model CMOVOL = tratamento periodo tratamento|periodo ;
repeated periodo / type=cs;
lsmeans tratamento periodo tratamento|periodo/pdiff;
contrast 'tratameto L' tratamento -3 -1 1 3;
contrast 'tratamento Q' tratamento 1 -1 -1 1;
contrast 'tratamento C' tratamento -1 3 -3 1;
run;

proc mixed data = consumogAkgPM;
class tratamento periodo;
model CPBVOL = tratamento periodo tratamento|periodo ;
repeated periodo / type=cs;
lsmeans tratamento periodo tratamento|periodo/pdiff;
contrast 'tratameto L' tratamento -3 -1 1 3;
contrast 'tratamento Q' tratamento 1 -1 -1 1;
contrast 'tratamento C' tratamento -1 3 -3 1;
run;

proc mixed data = consumogAkgPM;
class tratamento periodo;
model CFDNVOL = tratamento periodo tratamento|periodo ;
repeated periodo / type=cs;
lsmeans tratamento periodo tratamento|periodo/pdiff;
contrast 'tratameto L' tratamento -3 -1 1 3;
contrast 'tratamento Q' tratamento 1 -1 -1 1;
contrast 'tratamento C' tratamento -1 3 -3 1;
run;

```

```

proc mixed data = consumogAkgPM;
class tratamento periodo;
model CFDAVOL = tratamento periodo tratamento|periodo ;
repeated periodo / type=cs;
lsmeans tratamento periodo tratamento|periodo/pdiff;
contrast 'tratameto L' tratamento -3 -1 1 3;
contrast 'tratamento Q' tratamento 1 -1 -1 1;
contrast 'tratamento C' tratamento -1 3 -3 1;
run;

```

```

proc mixed data = consumogAkgPM;
class tratamento periodo;
model CEBVOL = tratamento periodo tratamento|periodo ;
repeated periodo / type=cs;
lsmeans tratamento periodo tratamento|periodo/pdiff;
contrast 'tratameto L' tratamento -3 -1 1 3;
contrast 'tratamento Q' tratamento 1 -1 -1 1;
contrast 'tratamento C' tratamento -1 3 -3 1;
run;

```

```

proc mixed data = consumogAkgPM;
class tratamento periodo;
model CMSSUPL = tratamento periodo tratamento|periodo ;
repeated periodo / type=cs;
lsmeans tratamento periodo tratamento|periodo/pdiff;
contrast 'tratameto L' tratamento -3 -1 1 3;
contrast 'tratamento Q' tratamento 1 -1 -1 1;
contrast 'tratamento C' tratamento -1 3 -3 1;
run;

```

```

proc mixed data = consumogAkgPM;
class tratamento periodo;
model CMOSUPL = tratamento periodo tratamento|periodo ;
repeated periodo / type=cs;
lsmeans tratamento periodo tratamento|periodo/pdiff;
contrast 'tratameto L' tratamento -3 -1 1 3;
contrast 'tratamento Q' tratamento 1 -1 -1 1;
contrast 'tratamento C' tratamento -1 3 -3 1;
run;

```

```

proc mixed data = consumogAkgPM;
class tratamento periodo;
model CPBSUPL = tratamento periodo tratamento|periodo ;
repeated periodo / type=cs;
lsmeans tratamento periodo tratamento|periodo/pdiff;
contrast 'tratameto L' tratamento -3 -1 1 3;

```

```

contrast 'tratamento Q' tratamento 1 -1 -1 1;
contrast 'tratamento C' tratamento -1 3 -3 1;
run;

```

```

proc mixed data = consumogAkgPM;
class tratamento periodo;
model CFDNSUPL = tratamento periodo tratamento|periodo ;
repeated periodo / type=cs;
lsmeans tratamento periodo tratamento|periodo/pdiff;
contrast 'tratamento L' tratamento -3 -1 1 3;
contrast 'tratamento Q' tratamento 1 -1 -1 1;
contrast 'tratamento C' tratamento -1 3 -3 1;
run;

```

```

proc mixed data = consumogAkgPM;
class tratamento periodo;
model CFDASUPL = tratamento periodo tratamento|periodo ;
repeated periodo / type=cs;
lsmeans tratamento periodo tratamento|periodo/pdiff;
contrast 'tratamento L' tratamento -3 -1 1 3;
contrast 'tratamento Q' tratamento 1 -1 -1 1;
contrast 'tratamento C' tratamento -1 3 -3 1;
run;

```

```

proc mixed data = consumogAkgPM;
class tratamento periodo;
model CEBSUPL = tratamento periodo tratamento|periodo ;
repeated periodo / type=cs;
lsmeans tratamento periodo tratamento|periodo/pdiff;
contrast 'tratamento L' tratamento -3 -1 1 3;
contrast 'tratamento Q' tratamento 1 -1 -1 1;
contrast 'tratamento C' tratamento -1 3 -3 1;
run;

```

```

proc mixed data = consumogAkgPM;
class tratamento periodo;
model CMSTOTAL = tratamento periodo tratamento|periodo ;
repeated periodo / type=cs;
lsmeans tratamento periodo tratamento|periodo/pdiff;
contrast 'tratamento L' tratamento -3 -1 1 3;
contrast 'tratamento Q' tratamento 1 -1 -1 1;
contrast 'tratamento C' tratamento -1 3 -3 1;
run;

```

```

proc mixed data = consumogAkgPM;
class tratamento periodo;

```

```

model CMOTOTAL = tratamento periodo tratamento|periodo ;
repeated periodo / type=cs;
lsmeans tratamento periodo tratamento|periodo/pdiff;
contrast 'tratameto L' tratamento -3 -1 1 3;
contrast 'tratamento Q' tratamento 1 -1 -1 1;
contrast 'tratamento C' tratamento -1 3 -3 1;
run;

```

```

proc mixed data = consumogAkgPM;
class tratamento periodo;
model CPBTOTAL = tratamento periodo tratamento|periodo ;
repeated periodo / type=cs;
lsmeans tratamento periodo tratamento|periodo/pdiff;
contrast 'tratameto L' tratamento -3 -1 1 3;
contrast 'tratamento Q' tratamento 1 -1 -1 1;
contrast 'tratamento C' tratamento -1 3 -3 1;
run;

```

```

proc mixed data = consumogAkgPM;
class tratamento periodo;
model CFDNTOTAL = tratamento periodo tratamento|periodo ;
repeated periodo / type=cs;
lsmeans tratamento periodo tratamento|periodo/pdiff;
contrast 'tratameto L' tratamento -3 -1 1 3;
contrast 'tratamento Q' tratamento 1 -1 -1 1;
contrast 'tratamento C' tratamento -1 3 -3 1;
run;

```

```

proc mixed data = consumogAkgPM;
class tratamento periodo;
model CFDATOTAL = tratamento periodo tratamento|periodo ;
repeated periodo / type=cs;
lsmeans tratamento periodo tratamento|periodo/pdiff;
contrast 'tratameto L' tratamento -3 -1 1 3;
contrast 'tratamento Q' tratamento 1 -1 -1 1;
contrast 'tratamento C' tratamento -1 3 -3 1;
run;

```

```

proc mixed data = consumogAkgPM;
class tratamento periodo;
model CEBTOTAL = tratamento periodo tratamento|periodo ;
repeated periodo / type=cs;
lsmeans tratamento periodo tratamento|periodo/pdiff;
contrast 'tratameto L' tratamento -3 -1 1 3;
contrast 'tratamento Q' tratamento 1 -1 -1 1;
contrast 'tratamento C' tratamento -1 3 -3 1;

```

```
run;
```

```
proc mixed data = consumogAkgPM;
class tratamento periodo;
model CAGUA = tratamento periodo tratamento|periodo ;
repeated periodo / type=cs;
lsmeans tratamento periodo tratamento|periodo/pdiff;
contrast 'tratameto L' tratamento -3 -1 1 3;
contrast 'tratamento Q' tratamento 1 -1 -1 1;
contrast 'tratamento C' tratamento -1 3 -3 1;
run;
```

```
proc mixed data = consumogAkgPM;
class periodo;
model CMSSUPL = tratamento/ solution;
random periodo;
run;
```

```
proc mixed data = consumogAkgPM;
class periodo;
model CMOSUPL = tratamento/SOLUTION;
random periodo;
run;
```

```
proc mixed data = consumogAkgPM;
class periodo;
model CFDNSUPL = tratamento/SOLUTION;
random periodo;
run;
```

```
proc mixed data = consumogAkgPM;
class periodo;
model CMSTOTAL = tratamento/SOLUTION;
random periodo;
run;
```

```
proc mixed data = consumogAkgPM;
class periodo;
model CMOTOTAL = tratamento/SOLUTION;
random periodo;
run;
```

```
proc mixed data = consumogAkgPM;
class periodo;
model CPBTOTAL = tratamento/SOLUTION;
random periodo;
run;
```

```
proc mixed data = consumogAkgPM;
class periodo;
model CEBTOTAL = tratamento/SOLUTION;
random periodo;
```

```
run;  
proc mixed data = consumogAkgPM;  
class periodo;  
model CAGUA = tratamento/SOLUTION;  
random periodo;  
run;
```

```
proc gplot;  
plot (CMSSUPL) * tratamento ;  
symbol v = * cv = blue i=rl ci = red;  
run;  
quit;
```

```
proc gplot;  
plot (CMOSUPL) * tratamento ;  
symbol v = * cv = blue i=rl ci = red;  
run;  
quit;
```

```
proc gplot;  
plot (CFDNSUPL) * tratamento ;  
symbol v = * cv = blue i=rl ci = red;  
run;  
quit;
```

```
proc gplot;  
plot (CMSTOTAL) * tratamento ;  
symbol v = * cv = blue i=rl ci = red;  
run;  
quit;
```

```
proc gplot;  
plot (CMOTOTAL) * tratamento ;  
symbol v = * cv = blue i=rl ci = red;  
run;  
quit;
```

```
proc gplot;  
plot (CPBTOTAL) * tratamento ;  
symbol v = * cv = blue i=rl ci = red;  
run;  
quit;
```

```
proc gplot;  
plot (CEBTOTAL) * tratamento ;  
symbol v = * cv = blue i=rl ci = red;  
run;
```

```

quit;
proc gplot;
plot (CAGUA) * tratamento;
symbol v = * cv = blue i =rl ci = red;
run;
quit;

```

```

proc mixed data = consumogAkgPM;
class tratamento periodo;
model CPBSUPL= tratamento periodo tratamento*periodo ;
repeated periodo / type=cs;
lsmeans tratamento periodo tratamento*periodo/pdiff;
store sasuser.MCP1;
run;
proc PLM restore=sasuser.MCP1;
lsmeans tratamento*periodo/ lines;
slice tratamento*periodo / sliceby=periodo lines;
slice tratamento*periodo / sliceby=tratamento lines;
run;

```

```

proc mixed data = consumogAkgPM;
class tratamento periodo;
model CFDASUPL = tratamento periodo tratamento*periodo ;
repeated periodo / type=cs;
lsmeans tratamento periodo tratamento*periodo/pdiff;
store sasuser.MCP1;
run;
proc PLM restore=sasuser.MCP1;
lsmeans tratamento*periodo/ lines;
slice tratamento*periodo / sliceby=periodo lines;
slice tratamento*periodo / sliceby=tratamento lines;
run;

```

```

proc mixed data = consumogAkgPM;
class tratamento periodo;
model CEBSUPL= tratamento periodo tratamento*periodo ;
repeated periodo / type=cs;
lsmeans tratamento periodo tratamento*periodo/pdiff;
store sasuser.MCP1;
run;
proc PLM restore=sasuser.MCP1;
lsmeans tratamento|periodo/ lines;
slice tratamento*periodo / sliceby=periodo lines;
slice tratamento*periodo / sliceby=tratamento lines;
run;

```

Apêndice 7 – Camandos do SAS e dados utilizados para a análise dos

parâmetros de digestibilidade aparente

Data digestibilidade;

Input Período Tratamento Animal DMS DMO DN DFDN DFDA DEB BNDIARIO;

TRATQUAD = Tratamento*tratamento;

TRATCUB= TRATQUAD*Tratamento;

Datalines;

```

1 0 988 42.9947 46.17 32.37 52.68 50.52 43.45 0.66
1 0 983 41.0143 46.92 36.17 49.75 47.57 45.25 1.30
1 0 995 51.2403 54.15 44.00 57.94 54.26 52.98 1.66
1 0 974 38.0923 42.73 13.18 48.22 27.85 39.63 -0.60
1 0.33 986 52.8328 55.95 54.24 54.41 53.74 53.62 3.49
1 0.33 911 55.4682 59.69 53.25 57.89 56.03 57.45 4.79
1 0.33 934 50.7227 55.70 52.51 51.55 51.00 53.92 2.49
1 0.33 930 52.4851 55.92 52.90 53.14 50.47 53.83 3.54
1 0.66 928 47.3359 53.24 56.82 43.69 42.01 51.82 4.18
1 0.66 992 58.5809 61.28 64.10 57.17 57.27 59.97 5.44
1 0.66 940 53.4798 57.42 64.48 49.16 48.05 56.34 4.94
1 0.66 939 57.8707 60.68 68.92 55.73 54.40 59.93 7.38
1 1 918 59.6718 63.40 68.18 52.74 36.80 62.26 10.45
1 1 971 58.4836 61.59 67.41 51.03 49.42 60.62 6.76
1 1 909 59.5004 63.25 70.28 50.18 49.76 62.68 6.46
1 1 958 50.9065 55.33 62.66 40.59 39.49 54.52 7.26
2 0 974 46.1929 49.47 22.06 55.10 36.69 46.26 0.55
2 0 918 49.9702 53.61 24.76 60.36 58.00 50.27 -0.02
2 0 930 48.4652 51.86 19.85 57.85 37.75 48.35 0.00
2 0 983 44.6768 49.24 16.07 56.34 34.48 45.95 0.11
2 0.33 958 51.7799 55.27 49.38 50.99 47.65 52.39 -2.93
2 0.33 988 54.2275 56.94 48.63 56.54 52.73 54.44 3.09
2 0.33 995 54.4880 57.12 47.47 55.48 51.34 54.75 2.65
2 0.33 911 55.0900 58.61 44.80 57.55 37.95 55.13 4.03
2 0.66 940 63.1319 65.88 64.43 59.67 52.52 64.25 7.07
2 0.66 939 58.7576 61.62 60.06 55.76 54.84 60.07 5.47
2 0.66 934 56.6891 60.27 56.78 55.45 36.69 58.11 6.09
2 0.66 992 60.4546 63.31 64.31 55.58 56.95 61.60 5.93
2 1 909 66.9858 69.76 70.03 58.32 58.50 67.89 11.32
2 1 928 60.1918 63.14 65.47 52.72 56.14 61.89 8.70
2 1 986 61.6583 64.00 64.77 55.86 55.26 61.87 8.84
2 1 971 64.8780 67.09 68.54 56.82 56.18 65.34 8.28

```

;

proc mixed data = digestibilidade;

class tratamento periodo;

model DMS = tratamento periodo tratamento|periodo ;

repeated periodo / **type**=cs;

```

lsmeans tratamento periodo tratamento|periodo/pdiff;
contrast 'tratameto L' tratamento -3 -1 1 3;
contrast 'tratamento Q' tratamento 1 -1 -1 1;
contrast 'tratamento C' tratamento -1 3 -3 1;
run;
proc mixed data = digestibilidade;
class tratamento periodo;
model DMO = tratamento periodo tratamento|periodo ;
repeated periodo / type=cs;
lsmeans tratamento periodo tratamento|periodo/pdiff;
contrast 'tratameto L' tratamento -3 -1 1 3;
contrast 'tratamento Q' tratamento 1 -1 -1 1;
contrast 'tratamento C' tratamento -1 3 -3 1;
run;

```

```

proc mixed data = digestibilidade;
class tratamento periodo;
model DN = tratamento periodo tratamento|periodo ;
repeated periodo / type=cs;
lsmeans tratamento periodo tratamento|periodo/pdiff;
contrast 'tratameto L' tratamento -3 -1 1 3;
contrast 'tratamento Q' tratamento 1 -1 -1 1;
contrast 'tratamento C' tratamento -1 3 -3 1;
run;

```

```

proc mixed data = digestibilidade;
class tratamento periodo;
model DFDN = tratamento periodo tratamento|periodo ;
repeated periodo / type=cs;
lsmeans tratamento periodo tratamento|periodo/pdiff;
contrast 'tratameto L' tratamento -3 -1 1 3;
contrast 'tratamento Q' tratamento 1 -1 -1 1;
contrast 'tratamento C' tratamento -1 3 -3 1;
run;

```

```

proc mixed data = digestibilidade;
class tratamento periodo;
model DFDA = tratamento periodo tratamento|periodo ;
repeated periodo / type=cs;
lsmeans tratamento periodo tratamento|periodo/pdiff;
contrast 'tratameto L' tratamento -3 -1 1 3;
contrast 'tratamento Q' tratamento 1 -1 -1 1;
contrast 'tratamento C' tratamento -1 3 -3 1;
run;

```

```

proc mixed data = digestibilidade;
class tratamento periodo;
model DEB = tratamento periodo tratamento|periodo ;
repeated periodo / type=cs;
lsmeans tratamento periodo tratamento|periodo/pdiff;
contrast 'tratameto L' tratamento -3 -1 1 3;
contrast 'tratamento Q' tratamento 1 -1 -1 1;
contrast 'tratamento C' tratamento -1 3 -3 1;
run;

```

```

proc mixed data = digestibilidade;
class tratamento periodo;
model BNDIARIO = tratamento periodo tratamento|periodo ;
repeated periodo / type=cs;
lsmeans tratamento periodo tratamento|periodo/pdiff;
contrast 'tratameto L' tratamento -3 -1 1 3;
contrast 'tratamento Q' tratamento 1 -1 -1 1;
contrast 'tratamento C' tratamento -1 3 -3 1;
run;

```

```

proc mixed data = digestibilidade;
class periodo;
model DMS = tratamento /SOLUTION;
random periodo;
run;
proc mixed data = digestibilidade;
class periodo;
model BNDIARIO = tratamento /SOLUTION;
random periodo;
run;

```

```

proc mixed data = digestibilidade;
class periodo;
model DMO = tratamento TRATQUAD/SOLUTION;
random periodo;
run;
proc mixed data = digestibilidade;
class periodo;
model DN = tratamento TRATQUAD/SOLUTION;
random periodo;
run;
proc mixed data = digestibilidade;
class periodo;

```

```

model DEB = tratamento TRATQUAD/SOLUTION;
random periodo;
run;

```

```

proc gplot;
plot (DMS) * tratamento ;
symbol v = * cv = blue i=r| ci = red;
run;

```

```

proc gplot;
plot (DMO) * tratamento ;
symbol v = * cv = blue i=r| ci = red;
run;

```

```

proc gplot;
plot (DN) * tratamento ;
symbol v = * cv = blue i=rq ci = red;
run;

```

```

proc gplot;
plot (DEB) * tratamento ;
symbol v = * cv = blue i=rq ci = red;
run;

```

```

proc gplot;
plot (BNDIARIO) * tratamento ;
symbol v = * cv = blue i=rq ci = red;
run;

```

Apêndice 8 – Camandos do SAS e dados utilizados para a análise dos efeitos associativos da digestibilidade aparente da matéria seca

```

Data EA;
Input Período$ Tratamento Animal EA;
TRATQUAD = Tratamento*tratamento;
TRATCUB= TRATQUAD*Tratamento;

```

```

Datalines;
P1 0 988 -0.80
P1 0 983 -5.37
P1 0 995 .
P1 0 974 .
P1 0.33 986 8.49
P1 0.33 911 .
P1 0.33 934 4.84
P1 0.33 930 7.18
P1 0.66 928 .

```

```

P1 0.66 992 11.50
P1 0.66 940 1.62
P1 0.66 939 10.97
P1 1 918 8.84
P1 1 971 5.35
P1 1 909 4.48
P1 1 958 .
P2 0 974 -2.40
P2 0 918 5.58
P2 0 930 2.40
P2 0 983 -5.61
P2 0.33 958 -1.48
P2 0.33 988 4.60
P2 0.33 995 5.21
P2 0.33 911 7.12
P2 0.66 940 .
P2 0.66 939 4.71
P2 0.66 934 1.78
P2 0.66 992 6.24
P2 1 909 10.19
P2 1 928 2.47
P2 1 986 5.21
P2 1 971 9.56
;
proc mixed data = EA;
class tratamento periodo;
model EA = tratamento periodo tratamento|periodo ;
repeated periodo / type=cs;
lsmeans tratamento periodo tratamento|periodo/pdiff;
contrast 'tratameto L' tratamento -3 -1 1 3;
contrast 'tratamento Q' tratamento 1 -1 -1 1;
contrast 'tratamento C' tratamento -1 3 -3 1;
run;

proc mixed data = EA;
class periodo;
model EA = tratamento/ solution;
random periodo;
run;

proc gplot;
plot (EA) * tratamento ;
symbol v = * cv = blue i=rq ci = red;
run;
quit;

```