

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO EM DIETAS PARA OVINOS
CONFINADOS**

RODRIGO NEIVA SANTOS

**SALVADOR- BAHIA
DEZEMBRO/2018**



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO EM DIETAS PARA OVINOS
CONFINADOS**

RODRIGO NEIVA SANTOS

SALVADOR- BAHIA
DEZEMBRO/2018

RODRIGO NEIVA SANTOS

Zootecnista

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2016

**FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO EM DIETAS PARA OVINOS
CONFINADOS**

Dissertação apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Bahia, para a obtenção do Título de Mestre em Zootecnia, nas áreas de Produção de Ruminantes e Forragicultura.

Orientador: Prof. Dr. Gleidson Giordano Pinto De Carvalho

Coorientadoras: Prof^a. Dr^a. Stefanie Alvarenga Santos. Dr^a. Maria Leonor Garcia Melo
Lopes De Araujo

SALVADOR- BAHIA

DEZEMBRO/2018

FICHA CATALOGRÁFICA

| | |
|-------|--|
| S237f | <p>Santos, Rodrigo Neiva Fibra em Detergente Neutro em Dietas para Ovinos Confinados / Rodrigo Neiva Santos. -- Salvador/Ba, 2018. 44f.:il,</p> <p>Orientador: Gleidson Giordano Pinto de Carvalho. Coorientadora: Stefanie Alvarenga dos Santos. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) -- Universidade Federal da Bahia, Departamento de Zootecnia da UFBA, 2018.</p> <p>1. Comportamento ingestivo. 2. Fibra. 3. Metabolismo animal. 4. Parâmetros ruminais. 5. Ruminantes. I. Carvalho, Gleidson Giordano Pinto de. II. Santos, Stefanie Alvarenga dos. III. Título.</p> <p>CDD: 636. 20852</p> |
|-------|--|

Ficha catalográfica: Adriana Vasconcelos Conceição - CRB/5: 1885/0

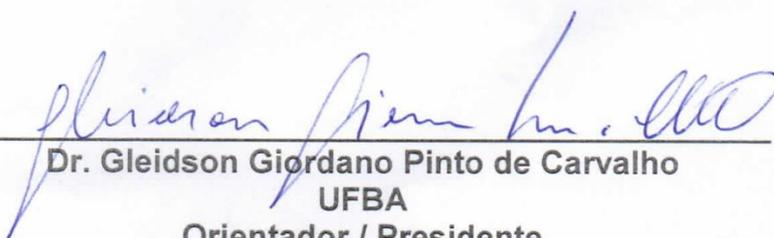
FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO EM DIETAS PARA OVINOS CONFINADOS

Rodrigo Neiva Santos

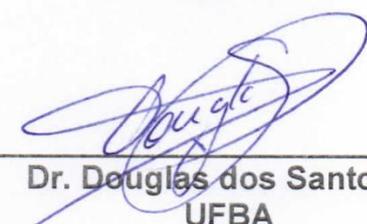
Dissertação defendida e aprovada para obtenção do grau de
Mestre em Zootecnia

Salvador, 21 de dezembro de 2018

Comissão examinadora:



Dr. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho
UFBA
Orientador / Presidente



Dr. Douglas dos Santos Pina
UFBA



Dr. Luís Gabriel Alves Cirne
UFOPA

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação primeiramente à minha família, por terem lutado comigo nesta jornada e pelos sacrifícios feitos para que eu pudesse chegar até aqui.

Dedico também aos meus amigos de sempre e aos novos que me apoiaram durante o experimento de campo e as análises laboratoriais.

E dedico este trabalho também aos meus orientadores pela oportunidade cedida e que mesmo diante de tantas dificuldades durante o percurso, me incentivaram e apoiaram. Agradeço imensamente pela confiança depositada em mim.

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Composição bromatológica (g.kg^{-1}) dos ingredientes utilizados..... | 23 |
| Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição bromatológica das dietas experimentais utilizadas na alimentação de ovinos deslanados alimentados diferentes níveis de FDN..... | 23 |
| Tabela 3. Consumo médio diário de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDN _{cp}) de ovinos deslanados alimentados com dietas com diferentes níveis de FDN..... | 29 |
| Tabela 4. Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN _{cp}) de ovinos deslanados alimentados com diferentes níveis de FDN..... | 30 |
| Tabela 5. Tempo despendido (min) para ruminação, ingestão e ócio de ovinos deslanados alimentados com diferentes níveis de FDN..... | 30 |
| Tabela 6. Número de períodos de ingestão, ruminação e ócio e duração média de cada evento de ovinos deslanados alimentados com diferentes níveis de FDN..... | 31 |
| Tabela 7. Eficiência de ingestão e ruminação da matéria seca e fibra em detergente neutro de ovinos deslanados alimentados com diferentes níveis de FDN..... | 31 |
| Tabela 8. Mastigações meréricas de ovinos deslanados alimentados com diferentes níveis de FDN..... | 31 |
| Tabela 9. Valores médios de pH ruminal e concentrações de ácidos graxos voláteis em ovinos deslanados alimentados com diferentes níveis de FDN..... | 32 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Valores médios de pH ruminal em ovinos deslanados alimentados com dietas contendo diferentes níveis de FDN..... | 32 |
|---|----|

LISTA DE SIGLAS

AGVs- Ácidos graxos voláteis;
CD- Coeficiente de digestibilidade;
CF- Carboidratos fibrosos;
CFDN- Consumo de fibra em detergente neutro;
CMS- Consumo de matéria seca;
CNF- Carboidratos não-fibrosos;
EE- Extrato etéreo;
EI- Eficiência de ingestão;
EIFDN- Eficiência de ingestão da FDN (g de FDN ingerida/h);
EIMS- Eficiência de ingestão da MS (g de MS ingerida/h);
ER- Eficiência de ruminação;
ERFDN- Eficiência de ruminação da FDN (g de FDN ruminada/h);
ERMS- Eficiência de ruminação da MS (g de MS ruminada/h);
FDA- Fibra em detergente ácido;
FDN- Fibra em detergente neutro;
FDNcp- Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína;
FDNfe- Fibra em detergente neutro efetivamente efetiva;
MM- Matéria mineral;
MO- Matéria orgânica;
MS- Matéria seca;
NBR- Número de bolos ruminais;
NIDN- Nitrogênio indigestível em detergente neutro;
NM- Número de mastigações por dia;
N-NH₃- Nitrogênio amoniacal;
PB- Proteína bruta;
PBu- Proteína bruta equivalente da ureia;
pH- Potencial hidrogeniônico;
PIDN- Proteína indigestível em detergente neutro;
TI- Tempo de ingestão e ruminação;
TR- Tempo de ruminação;
TTM- Tempo total de mastigação (h/dia).

FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO EM DIETAS PARA OVINOS CONFINADOS

RESUMO: Objetivou-se avaliar o efeito dos níveis de fibra em detergente neutro (FDN) sobre o consumo e digestibilidade de nutrientes, comportamento ingestivo, consumo, pH ruminal e produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) em ovinos fistulados. Foram utilizados 4 ovinos Santa Inês machos, não castrados, fistulados no rúmen, com peso vivo médio de aproximadamente 40kg. Os animais foram distribuídos em delineamento experimental quadrado latino incompleto (DQL) 5 x 5 (5 tratamentos e 5 períodos), em que os tratamentos experimentais consistiram em cinco dietas contendo níveis de fibra em detergente neutro (FDN) na dieta (28%; 40%; 52%; 64% e 76%). Os animais foram confinados por 105 dias, sendo os 15 primeiros dias de cada período experimental adaptação às dietas, e 6 dias de coleta de dados, onde foram realizadas coletas total de sobras para avaliação do consumo, coleta total de fezes para avaliação da digestibilidade aparente, avaliação do comportamento ingestivo e coleta de amostras de líquido ruminal para determinação do pH, concentrações de nitrogênio amoniacal e ácidos graxos de cadeia curta. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com a utilização do software Statistical Analysis System - SAS (versão 9.2). Os consumos de todos os componentes nutricionais avaliados tiveram efeito quadrático com ponto máximo entre os níveis de inclusão 40% e 52%, sendo o consumo de FDN o único a diferir tendo ponto máximo ao nível de 70,5%. As digestibilidades dos componentes nutricionais reduziram linearmente de acordo com a elevação de FDN na dieta, ao passo que a fibra, assim como a produção de AGVs, foi mais digestível no nível de inclusão próximos de 52%. O pH ruminal apresentou maiores quedas em dietas com menores teores de FDN, porém afetando negativamente o consumo e digestibilidade apenas em dietas com inclusão de FDN abaixo de 40%. O teor de fibra em detergente neutro entre 40 e 64% na dieta de ovinos confinados otimizou o consumo dos componentes nutricionais, permitindo seu maior aproveitamento e maior eficiência energética, sem causar efeitos negativos à sua saúde metabólico-ruminal.

Palavras Chave: comportamento ingestivo, fibra, metabolismo animal, parâmetros ruminais, ruminantes

NEUTRAL DETERGENT FIBER IN DIETS TO CONFINATED SHEEP

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the effect of neutral detergent fiber (NDF) on nutrient intake and digestibility, ingestive behavior, consumption, ruminal pH and production of short chain fatty acids (SCFA) in fistulated sheep. Four male Santa Inês sheep, uncastrated, rumen fistulated, with a mean live weight of approximately 40 kg were used. The experimental treatments consisted of five diets containing neutral detergent fiber (NDF) levels in the diet (28%; 40%; 52%, 64% and 76%). The animals were confined for 105 days, with the first 15 days of each experimental period adapting to the diets, and 6 days of data collection, where total leftover samples were collected for consumption evaluation, total collection of feces for evaluation of apparent digestibility, evaluation of ingestive behavior and collection of ruminal liquid samples for determination of pH, concentrations of ammoniacal nitrogen and short chain fatty acids. The data obtained were submitted to analysis of variance using the software Statistical Analysis System - SAS (version 9.2). The intakes of all nutritional components evaluated had a quadratic effect with a maximum point between inclusion levels of 40% and 52%, with NDF consumption being the only one to be deferred, having a maximum point at 70.5%. The digestibilities of the nutritional components reduced linearly according to the increase of NDF in the diet, whereas the fiber, as well as the production of AGVs, was more digestible in the level of inclusion close to 52%. Ruminal pH presented higher decreases in diets with lower NDF contents, but negatively affecting intake and digestibility only in diets with NDF inclusion below 40%. The neutral detergent fiber content between 40 and 64% in the confined sheep diet optimized the consumption of the nutritional components, allowing its greater utilization and greater energy efficiency, without causing negative effects on its metabolic-ruminal health.

Keywords: animal metabolism, fiber, ingestive behavior, ruminal parameters, ruminants

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 13 |
| 2. OBJETIVOS..... | 15 |
| 2.1. Objetivo geral..... | 15 |
| 2.2. Objetivo específico..... | 15 |
| 3. REVISÃO DE LITERATURA..... | 16 |
| 3.1. Consumo..... | 16 |
| 3.2. Fibra..... | 17 |
| 3.3. Ácidos graxos voláteis..... | 19 |
| 3.4. Potencial hidrogeniônico (pH)..... | 20 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS..... | 22 |
| 4.1. Local..... | 22 |
| 4.2. Delineamento Experimental..... | 22 |
| 4.3. Dietas e Manejo..... | 24 |
| 4.4. Consumo e Digestibilidade | 24 |
| 4.5. Comportamento Ingestivo..... | 25 |
| 4.6. Fermentação Ruminal..... | 26 |
| 4.7. Análises Estatísticas..... | 27 |
| 5. RESULTADOS..... | 29 |
| 6. DISCUSSÃO..... | 34 |
| 7. CONCLUSÃO..... | 38 |
| 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 39 |
| 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 40 |

1. INTRODUÇÃO

A ovinocultura no Brasil é predominantemente praticada em sistema extensivo de criação, sofrendo interações direta do clima e solo, fazendo com que esse sistema seja caracterizado por baixos índices produtivos. Mediante isto, o confinamento de ovinos para fins de terminação vem sendo uma alternativa, devido a virtude dos benefícios, como, a redução no tempo para o abate e melhoria na qualidade de carcaças (BARROS, 2015).

Para que os animais alcancem elevados índices de produção, se faz necessário a utilização de um volumoso de boa qualidade, tanto no período chuvoso quanto no período de estiagem, visto que a demanda por alimento se mantém durante todo o ano. A fenação é considerada uma alternativa de conservação de forragem que é utilizada comumente na região Nordeste, devido sua facilidade no processo de conservação, sendo viável sua utilização em confinamentos para alimentação e manutenção dos animais. (TEIXEIRA et al., 2013; LIU et al., 2011).

Em confinamento, a qualidade da dieta fornecida é influenciada por uma série de fatores, dentre eles o teor de fibra em detergente neutro (FDN), que por ter uma taxa de degradação baixa e uma taxa de passagem lenta através do retículo-rúmen, dietas com teores elevados de FDN ocasionam uma ingestão reduzida de matéria seca total, que é ocasionada devido o enchimento do retículo-rúmen, fazendo com que o animal não consiga expressar todo o seu potencial genético de produção.

Todavia, os processos de fermentação ruminal estão diretamente relacionados ao pH do meio que, por conseguinte, está ligado ao teor de fibra efetiva da dieta. Pois sabe-se que dietas com alto teor de concentrado em relação a fibra, acarretam num acúmulo maior de ácidos orgânicos no ambiente ruminal, o que prejudica o seu efeito tamponante, acarretando queda no pH e gerando vários problemas, dentre eles a acidose aguda, afetando a ingestão de MS e ocasionando problemas metabólicos nos animais (KOZLOSKI et al., 2006).

Assim, dietas com alto teor de concentrado necessitam de um valor mínimo de fibra para que haja produção de saliva provocada pela mastigação, saliva essa que promove um efeito tamponante no rumem, normalizando o pH e fazendo com que o animal não seja acarretado por distúrbios metabólicos, que irão influenciar negativamente

o desempenho do animal e conseqüentemente produção e qualidade de carcaça e, por fim, no bolso do produtor.

De acordo com Waldo e Jorgensen (1981), o consumo de matéria seca é o fator mais importante dentre aqueles que influenciam diretamente o desempenho animal, pois é através do consumo que o animal consegue suprir suas exigências nutricionais. O consumo, de acordo com Mertens (1994), pode ser influenciado por três mecanismos, sendo um deles o enchimento. A fibra possui uma taxa de passagem mais lenta por conta da sua menor digestibilidade. Sendo assim, o rúmen permanece cheio por mais tempo. Esse estímulo físico nos sensores localizados na parte cranial do retículo-rúmen, faz com que o sistema nervoso interprete como sinal de saciedade. Diante disso, pode-se concluir que quanto mais fibra há numa dieta, menor o consumo. Porém, outros mecanismos atuam reduzindo o consumo quando se há pouca fibra dietética. Além do mecanismo fisiológico, quando o animal supre sua demanda energética e para de consumir; há o psicogênico, que está relacionado a sinalizações hormonais, parâmetros sanguíneos e ruminais.

Em situações em que há baixa oferta de fibra na dieta total, espera-se que haja menor ruminação, fermentação propiônica mais elevada e por consequência, redução do pH promovido pelos produtos de vias fermentativas alternativas. A redução do pH pode ainda afetar a multiplicação de microrganismos fibrolíticos, desfavorecendo a digestibilidade da fibra.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Encontrar a faixa ideal de fibra em detergente neutro na dieta de ovinos confinados que otimize o consumo e eficiência sem que haja comprometimento do desempenho metabólico ruminal.

2.2. Objetivo específico

Avaliar a inclusão de fibra em detergente neutro (FDN) nas variáveis resposta: comportamento ingestivo, consumo, digestibilidade, PH ruminal e produção de AGVs.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Consumo

A qualidade de um alimento pode ser obtida a partir da performance animal, que é obtida quando o alimento é ofertado ao animal. A performance animal é o produto do suprimento, concentração de energia e nutrientes, consumo, digestibilidade e metabolismo. Entre os fatores que afetam a qualidade de um alimento o consumo é aquele que mais afeta a performance animal.

A ingestão e digestibilidade dos alimentos pelos ruminantes são influenciadas pelas características do alimento, dos animais e das suas exigências nutricionais. A ingestão de matéria seca é a variável mais importante que afeta o desempenho animal (WALDO e JORGENSEN, 1981), pois é o ponto determinante referente à ingestão dos nutrientes necessários para atender às exigências nutricionais de manutenção e produção do animal (NOLLER *et al.*, 1996).

O consumo voluntário é a quantidade de alimento ingerido por um animal ou grupo de animais durante um determinado período de tempo durante o qual eles têm acesso livre à comida, geralmente é apresentado na unidade de kg de MS/animal/dia, ou ainda em uma medida comparativa relativa ao seu peso vivo, ou peso vivo metabólico em porcentagem (%).

Segundo Mertens (1987, 1994) são três os mecanismos básicos de regulação de consumo em ruminantes: físico, fisiológico e psicogênico. O controle do consumo voluntário de matéria seca através de mecanismos físicos está relacionado aos efeitos de distensão ruminal que a ingestão de alimentos volumosos pode causar (ALLEN, 1996).

O retículo e o rúmen são geralmente considerados como os locais no trato gastrointestinal que a distensão limita o consumo voluntário de matéria seca com dietas que possuem maiores níveis de FDN. Como a FDN geralmente fermenta e passa do complexo rúmen/retículo mais lentamente do que outros constituintes alimentares, ela tem um maior efeito de enchimento ao longo do tempo do que os componentes de alimentação não fibrosos. Porém outros fatores também afetam a repleção ruminal, como tamanho de partícula, frequência e eficiência de ruminação, e a variação nos constituintes da FDN (ALLEN, 1996).

Mertens (1992) sugeriu que a limitação do consumo pelo efeito do enchimento, se dá quando o teor de FDN consumido (com base na MS) é superior a 1,2% do peso vivo do animal. Porém, Silva e colaboradores (2009) encontraram para o consumo de gramíneas tropicais valores próximos a 1,8%. Em rações com baixo teor de fibra, e elevado conteúdo de carboidratos não fibrosos, o consumo passa a ser regulado a partir do atendimento da necessidade energética do animal.

O mecanismo fisiológico, que controla o consumo voluntário, ocorre quando rações com alta energia e baixo teor de fibra são fornecidas. Neste caso o consumo será regulado para satisfazer os requisitos de energia. Forbes (1993) concluiu que os ruminantes possuem a capacidade de controlar seu consumo energético de maneira semelhante aos monogástricos, desde que as densidades de nutrientes da dieta sejam satisfatoriamente altas para que as restrições físicas não interfiram.

O mecanismo psicogênico abrange respostas no comportamento do animal a elementos inibidores ou estimuladores relacionados ao alimento ou ao ambiente e que não possuem relação com a energia ou capacidade de enchimento da dieta. Fatores como aparência visual de um alimento, odor, sabor, textura, interações sociais, status emocional do animal, e o aprendizado podem interferir e modificar a intensidade e a frequência do consumo de um determinado alimento (MERTENS, 1994).

Segundo Mertens (1994), o desempenho animal é condicionado à ingestão de nutrientes digestíveis e metabolizáveis, onde 60 a 90% da performance animal pode ser explicado pelas diferenças no consumo, e apenas 10 a 40% são creditados à digestibilidade. A determinação do consumo é facilitada quando se trabalha com animais em sistemas de confinamento, tornando-se mais difícil a obtenção de tais determinações quando se avaliam animais em sistema de pastagem (POPPI *et al.*, 2000).

3.2. Fibra

A fibra é uma fonte de carboidratos e é utilizada como fonte de energia pelos microrganismos presentes no rúmen. Ela tem sido utilizada para caracterizar alimentos e assim poder estabelecer limites máximos de ingredientes nas rações (VAN SOEST, 1994). Além disso a fibra é essencial para os ruminantes, pois através da sua fermentação

são liberados ácidos graxos voláteis (AGVs) que são utilizados como sua principal fonte de energia (MERTENS, 2001).

Em termos nutricionais, a classificação dos carboidratos em fibrosos e não fibrosos (CNF) é mais apropriada pois é concebida com base nas características nutritivas, ao invés de composição química ou função exercida na planta (MERTENS, 1992). Nessa classificação, os CNFs incluem a pectina, amido e açúcares, e representam as frações degradadas mais rapidamente. Os carboidratos fibrosos (CF), que ocupam espaço no gastrointestinal e exigem mastigação para diminuição do tamanho de partículas e passagem pelo meio do trato digestivo, incluem a celulose e hemicelulose. Nesse caso, CF e fibra em detergente neutro (FDN) têm o mesmo significado nutricional, pois representam a mesma fração de carboidratos dos alimentos (BERCHIELLI *et al.*, 2011).

O nível de fibra indicado na alimentação dos ruminantes é o que permite a maximização da fermentação ruminal dos carboidratos, além de manter o pH do rúmen ideal para que eleve a eficiência da fermentação, contribuindo para o consumo elevado de energia resultando na máxima produção (NATEL *et al.*, 2012). É aceito pela maioria dos cientistas e nutricionistas animais que o papel importante que a fibra tem de manter condições ruminais em estado ideal. Tanto a concentração da FDN quanto a granulometria das partículas da dieta afetam fortemente a produção e proporções dos ácidos graxos voláteis no rúmen e são importantes para manter os estímulos da mastigação e ruminação, produção de saliva e controle do pH (MERTENS, 1992).

O procedimento para a avaliação da FDN foi desenvolvido por Goering e Van Soest em 1970 e vem sofrendo modificações ao longo do tempo. A FDN recupera celulose, hemicelulose e lignina, com alguma contaminação por proteínas e minerais (WEISS, 1993). De acordo com McDougall (1993), a celulose é o carboidrato mais abundante da natureza e é o principal componente da parede celular. É formada por resíduos de D-glicopiranoses unidos por ligações β 1-4 formando cadeias lineares e longas, podendo ser unidas umas às outras por ligações de hidrogênio (VAN SOEST, 1994). A hemicelulose, diferentemente da celulose, não se trata de um único composto, é uma coleção de diversos polissacarídeos. Está comumente mais associada à lignina em células maduras. São divididas em quatro subgrupos: Xilanas, β -glicanas, xiloglicanas e mananas. As ligninas são polímeros complexos de estrutura não totalmente conhecida. De acordo com Akin (1989), sua estrutura, composição e teor variam de acordo com o tipo de tecido vegetal, a idade da planta e fatores ambientais.

3.3. Ácidos Graxos Voláteis

A produção de ácidos graxos voláteis (AGV) no rúmen, está sujeita a diversos fatores, dentre os quais pode-se destacar, a composição da dieta, a atividade microbiana, o pH do meio, a frequência de ingestão de alimentos e a taxa de passagem (KNAPP et al, 2014).

Segundo Bannink e colaboradores (2006) os ácidos graxos voláteis são os produtos, em maior quantidade, da fermentação ruminal. Destes 95% são constituídos por acetato e butirato, que são obtidos primordialmente da fermentação de carboidratos fibrosos e utilizados, principalmente, no metabolismo animal, como precursores da síntese de ácidos graxos de cadeia longa; e também propionato, que é obtido principalmente da fermentação de carboidratos não fibrosos, sendo o principal precursor de glicose. Os AGVs são utilizados pelos ruminantes como principal fonte de energia, sendo que 80% das necessidades energéticas de manutenção depende destes ácidos (ALUWONG *et al.* 2010).

Na medida em que se altera a quantidade de concentrado na dieta, as proporções acetato:propionato decresce, assinalando que ao se incrementar os níveis de concentrado da dieta ocorre o aumento dos níveis de propionato no fluido ruminal. Aluwon e colaboradores (2010) observaram que dietas contendo somente forragem as proporções de ácidos graxos voláteis (acetato:propionato:butirato) foi de 70:20:10, e que em dietas que misturam concentrado e forragens a proporção alterou para 60:30:10; já em dietas que são compostas exclusivamente de concentrado, a proporção foi de 50:40:10.

Na produção de ácidos graxos voláteis, sua variação está subordinada a população microbiana, sendo também dependente ao tipo de dieta e carboidrato disponível a fermentação. Desse modo dietas ricas em grão (que geralmente apresenta uma maior quantidade de carboidratos não fibrosos comparado aos estruturais) incentivam o crescimento de bactérias que produzem propionato e, conseqüentemente, interferindo no crescimento das bactérias que produzem acetato, afetando negativamente a proporção acetato:propionato (ELLIS *et al.*, 2008).

De acordo com Ishler e colaboradores (1998), maior parte dos ácidos graxos voláteis é absorvida de forma passiva pela parede ruminal e essa contínua absorção é extremamente importante para que se mantenha o pH ruminal em estabilidade, porque a remoção de produtos ácidos do meio ruminal é importante para preservar o ambiente

ruminal na faixa ideal de pH que promova o crescimento de organismos celulolíticos. Essa taxa de absorção é controlada pelo tamanho de cadeia do ácido e pelo pH ruminal. Ainda de acordo com os mesmos autores, o tamanho de partícula tem grande importância na utilização da forragem e manutenção de uma boa colonização e cobertura de microrganismos às partículas, para que seja assegurado o crescimento adequado dos mesmos, o que ocasiona o aumento da produção de AGVs, principalmente acetato.

A redução do tamanho de partícula promove o aumento do consumo de matéria seca por conta da maior taxa de remoção do rúmen, mas que além de reduzir a efetividade e estímulos que promovem as funções motoras e manutenção do pH, reduz-se também o tempo disponível para que os microrganismos façam a digestão dos alimentos.

3.4. Potencial hidrogeniônico (pH)

A fermentação da alimentação por microrganismos no rúmen produz AGVs e, por vezes, ácido láctico, e quando estes ácidos se acumulam no rúmen ocorre a queda do pH. Para evitar esta diminuição de pH relacionada à produção de ácidos no rúmen e/ou ácidos ingeridos com a alimentação, estes devem ser removidos ou tamponados. Os AVGs são removidos do rúmen por meio da passagem na fase líquida para outros compartimentos do trato gastrointestinal e pela absorção por meio da parede do rúmen (ASCHENBACH *et al.*, 2009). Os ácidos acumulados no rúmen também podem ser tamponados até certo ponto por bicarbonato presente na saliva, capacidade de troca catiônica de paredes celulares, além de tampões presentes na ração (ALLEN, 1996; KOHN e DUNLAP, 1998).

No rúmen o pH encontrar-se na faixa entre 5,5 a 7,0, podendo variar de acordo com a composição da dieta (em dietas com grande conteúdo de carboidratos não fibrosos rapidamente fermentáveis está inclinado a 5,5 e em dietas com um grande conteúdo de carboidratos fibrosos de lenta fermentação está inclinado a 7,0), com o horário do dia e da quantidade de refeições, entre outros fatores. Um pH baixo por extensos períodos pode prejudicar o consumo de alimento, a degradação de nutrientes e a população bacteriana (DIJKSTRA *et al.*, 2012). Um pH $\leq 6,0$ impede o crescimento e a fermentação das bactérias celulolíticas, de acordo com Lu (2013).

O valor do pH tem uma relação inversamente proporcional com a concentração dos ácidos graxos voláteis. Desta forma, o aumento da concentração dos ácidos graxos voláteis provoca a diminuição do pH do meio ruminal, essa acidez é dependente da dissociação dos ácidos graxos voláteis, representada pelo valor do pKa. O valor do pKa do ácido láctico é 3,86 e dos principais AGVs é: ácido acético pKa = 4,76; ácido propiônico pKa = 4,87 e ácido butírico pKa = 4,82 (DIJKSTRA *et al.*, 2012).

As bactérias fibrolíticas são intolerantes ao baixo pH ruminal e a digestão da fibra no rúmen diminui rapidamente quando o pH cai abaixo dos valores críticos (ERDMAN, 1988; RUSSELL e WILSON, 1996). Em contraste, valores baixos de pH podem facilitar o crescimento e a atividade de bactérias amilolíticas (MACKIE *et al.*, 1978).

Os níveis elevados de carboidratos rapidamente fermentáveis que resultam na produção de altas quantidades de AGVs e/ou produção insuficiente de substâncias tampão no conteúdo do rúmen, ambos levando a baixos valores de pH, podem reduzir a degradação das fibras e conseqüentemente a quantidade de nutrientes absorvidos pelo trato gastrointestinal (DIJKSTRA *et al.*, 2012).

Alta sensibilidade ao baixo pH das principais espécies de bactérias degradadoras de celulose é um aspecto geral do seu crescimento. As bactérias celulolíticas ruminais não crescem a valores de pH inferiores a 6,0 (WEIMER, 1996). No entanto, Palmonari e colaboradores (2010) encontraram com técnicas moleculares que mesmo vacas com pH muito baixo podem manter populações normais de bactérias celulolíticas.

As mudanças dinâmicas e as flutuações no pH durante o dia podem ajudar a explicar essas descobertas. Além disso, o efeito da diminuição do pH devido à transição, adaptação e recuperação da dieta na diversidade e densidade das bactérias é importante, uma vez que isto representa como o rúmen muda de forma benéfica para a estabilização do ambiente ruminal e da saúde animal (HOOK *et al.*, 2011).

4. MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido um experimento para testar 5 dietas com níveis de FDN, dividido em 3 etapas:

- i. Avaliação do consumo, digestibilidade *in vivo*
- ii. Avaliação do comportamento ingestivo; e
- iii. Avaliação do pH ruminal e produção de AGVs

4.1. Local

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de São Gonçalo dos Campos, pertencente à Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da UFBA, situada no Km 174 da rodovia BR 101, Distrito de Mercês, Município de São Gonçalo dos Campos (BA), localizada a 12° 23' 57.51" na latitude Sul e 38° 52' 44.66" na longitude Oeste, na mesorregião do Centro-Norte Baiano e microrregião de Feira de Santana-BA, distando 108 km de Salvador – BA.

4.2. Delineamento Experimental

Foram utilizados 4 ovinos da raça Santa Inês, machos, não castrados, fistulados, com peso vivo médio de aproximadamente 40kg, distribuídos em delineamento experimental quadrado latino incompleto (DQL), em que os tratamentos experimentais consistiram em cinco rações contendo diferentes níveis de inclusão de fibra em detergente neutro (FDN) na dieta (28%; 40%; 52%; 64% e 76% de FDN) (Tabela 2) e 5 períodos. As dietas foram calculadas para ser isonitrogenadas e para suprir as exigências para ganho de peso médio diário de 0,2 kg, de acordo com o NRC (2007).

Tabela 1. Composição bromatológica (g.kg-1) dos ingredientes utilizados.

| | Ingredientes | | |
|----------------------------|----------------|----------------|--------|
| | Feno de Tifton | Farelo de Soja | Milho |
| Matéria seca | 890,00 | 917,90 | 916,90 |
| Matéria orgânica | 959,60 | 947,00 | 947,80 |
| Matéria mineral | 40,40 | 53,00 | 52,20 |
| Proteína bruta | 44,70 | 470,90 | 75,30 |
| Extrato etéreo | 18,50 | 26,10 | 45,90 |
| Fibra em detergente neutro | 802,30 | 229,20 | 175,10 |
| Fibra em detergente ácido | 345,70 | 77,40 | 36,00 |
| Lignina | 45,20 | 13,50 | 12,40 |
| FDNcp | 778,40 | 196,70 | 147,90 |
| Carboidratos não fibrosos | 118,00 | 253,30 | 678,70 |

cp- corrigido para cinzas e proteína.

Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição bromatológica das dietas experimentais utilizadas na alimentação de ovinos deslanados alimentados diferentes níveis de FDN.

| | Níveis de FDN (%MS) | | | | |
|----------------------------|--------------------------|--------------|-------|-------|-------|
| | 28 | 40 | 52 | 64 | 76 |
| Feno de Tifton | 12,00 | 31,00 | 50,00 | 69,00 | 88,00 |
| Farelo de Soja | 7,20 | 7,40 | 7,60 | 8,00 | 8,00 |
| Milho | 77,80 | 58,60 | 39,40 | 20,00 | 1,00 |
| Ureia | 1,50 | 1,50 | 1,50 | 1,50 | 1,50 |
| Sal Mineral | 1,50 | 1,50 | 1,50 | 1,50 | 1,50 |
| | Composição química (%MS) | | | | |
| Matéria seca | 91,60 | 91,09 | 90,58 | 90,09 | 89,58 |
| Matéria orgânica | 92,32 | 92,54 | 92,76 | 92,74 | 92,97 |
| Matéria mineral | 7,68 | 7,46 | 7,24 | 7,26 | 7,03 |
| Proteína bruta | 12,55 | 12,05 | 11,56 | 11,36 | 10,78 |
| Extrato etéreo | 6,73 | 6,21 | 5,69 | 5,40 | 4,88 |
| Fibra em detergente neutro | 27,68 | 39,61 | 51,55 | 63,69 | 75,61 |
| Fibra em detergente ácido | 10,25 | 16,15 | 22,04 | 28,19 | 34,08 |
| Lignina | 4,34 | 4,97 | 5,60 | 6,47 | 7,10 |
| FDNcp | 25,04 | 37,03 | 49,02 | 61,24 | 73,22 |
| Carboidrato não fibroso | 50,48 | 39,73 | 28,98 | 17,46 | 6,80 |
| FDNfe | 13,14 | 23,10 | 35,57 | 48,99 | 66,04 |

cp- corrigido para cinzas e proteína, fe- fisicamente efetivo.

Previamente ao início do experimento, os animais foram identificados com brincos numerados, vermifugados, pesados, sorteados em seus tratamentos e mantidos alojados em baias individuais elevadas, com dimensões de (1,0 x 1,0 m), contendo comedouro e bebedouro, sendo as baias submetidas a limpezas periódicas.

4.3. Dietas e Manejo

Os ovinos foram confinados durante 105 dias, perfazendo 5 períodos de 21 dias, 15 dias de adaptação às dietas + 5 dias de coleta + 1 dia de pesagem. As dietas foram fornecidas à vontade duas vezes ao dia, 50% pela manhã e 50% pela tarde, às 8:30 e 15:30 horas, durante todo o período experimental, ajustando-se uma sobra diária entre 15 e 20% do oferecido por animal.

O período experimental foi precedido de 15 dias para adaptação ao manejo, instalações, cuidados de sanidade e adequação às condições experimentais. As pesagens dos animais ocorreram no último dia de cada período experimental.

4.4. Consumo e Digestibilidade

O consumo dos nutrientes foi obtido pela diferença entre o total de cada nutriente ofertado na dieta e o total de cada nutriente contido nas sobras e expressos em gramas por dia (g/dia).

O ensaio de digestibilidade ocorreu entre o 16º e 20º dia do confinamento, para tal, foram quantificadas e coletadas as sobras e fezes (coleta total) de cada animal durante esse período. Foi feita amostra composta de fezes e sobras de cada animal ao longo do período de coleta, que foram armazenadas a -18°C para posteriores análises bromatológicas. Para coleta total de fezes, foram utilizadas gaiolas metabólicas adaptadas, utilizando telas de sombrite fixadas abaixo do piso ripado das baias numa inclinação suficiente para fazer a separação das fezes e urina e destinando todo o conteúdo capturado para bandejas plásticas. No final do período experimental, as amostras de sobras e fezes foram secas em estufa de ventilação forçada, a 55°C, durante 72h.

Posteriormente, foram processadas em moinhos de facas tipo Willey com peneira de malha de 1mm para realização das análises bromatológicas.

Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (MS), PB FDN e EE foram calculados da seguinte forma:

$$CD = \frac{[(g \text{ do nutriente ou fração analítica ingerida} - g \text{ do nutriente ou fração analítica excretada nas fezes})]}{(g \text{ do nutriente ou fração analítica ingerida})} \times 100.$$

As amostras dos alimentos utilizados para compor as dietas experimentais, as sobras e as fezes foram secas em estufa de circulação forçada de ar, a 55°C, durante 72 horas. Posteriormente, todos os alimentos foram processados em moinho de facas tipo Willey, utilizando-se peneira com crivos de 1 mm e analisadas quanto aos teores de matéria seca (Método 967.03 - AOAC, 1990), proteína bruta (Método 981.10 - AOAC, 1990), extrato etéreo (Método 920.29 - AOAC, 1990) e cinzas (Método 942.05 -AOAC, 1990).

Os componentes da parede celular, fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina, foram determinados pelo método de Van Soes e colaboradores (1991). O nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) foi avaliado segundo a metodologia descrita por Licitra e colaboradores (1996). Os valores de PIDN foram calculados multiplicando-se os valores de NIDN por 6,25. Os carboidratos não fibrosos foram estimados com a equação $CNF = [100 - (\%PB + \%EE + \%MM + \%FDNcp)]$ nos ingredientes, e foi utilizada para as dietas a equação $CNF = 100 - [(\%PB - \%PBu + \%U) + \%EE + \%MM + \%FDNcp]$, em que %PBu é a proteína bruta equivalente da ureia e %U é a quantidade de ureia na dieta.

4.5. Avaliação do comportamento ingestivo

A avaliação do comportamento ingestivo foi realizada no primeiro dia de coleta do experimento, com observações de 24h, no 16º dia de cada período, iniciada pela manhã, no momento do fornecimento da dieta, por uma equipe treinada, utilizando a técnica de observação visual. Em cada animal foram mensuradas as atividades de alimentação, ruminação e ócio, em intervalos de 5 minutos, de acordo com metodologia de Johnson & Combs (1991). Foram registrados o número das mastigações (movimentos merísticos) e o número de bolos ruminados por dia. Adicionalmente, também foram

contabilizados o tempo despendido e o número de mastigações realizadas em cada bolo ruminal, por animal. A eficiência de ingestão (EI), eficiência de ruminação (ER), o tempo total de mastigação (TTM, h/dia), assim como a soma do tempo de ingestão e ruminação (TI e TR) foram determinados segundo Burger et al. (2000). Os resultados dos parâmetros comportamentais avaliados foram obtidos utilizando-se as seguintes equações:

$$\text{NBR} = \text{TR}/\text{NM};$$

$$\text{NR} = \text{NBR} \times \text{NM};$$

$$\text{EIMS} = \text{CMS}/\text{TI};$$

$$\text{EIFDN} = \text{CFDN}/\text{TI}$$

$$\text{ERMS} = \text{CMS} / \text{TR};$$

$$\text{ERFDN} = \text{CFDN}/\text{TR}$$

$$\text{TTM} = \text{TI} + \text{TR},$$

Onde NBR = número de bolos ruminais; NM = número de mastigações por dia; EIMS = Eficiência de ingestão da MS (g de MS ingerida/h); EIFDN = Eficiência de ingestão da FDN (g de FDN ingerida/h); CMS (g) = consumo de MS; CFDN (g) = consumo de FDN; ERMS = Eficiência de ruminação da MS (g de MS ruminada/h); ERFDN = eficiência de ruminação da FDN (g de FDN ruminada/h), TTM = tempo total de mastigação (h/dia).

4.6. Fermentação Ruminal

No 20º dia de cada período experimental, amostras de líquido ruminal (100 mL) foram manualmente coletadas -2, 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 horas após o fornecimento da primeira alimentação. Foram coletados cerca de 250 mL de líquido ruminal para a realização da análise imediata de pH, utilizando potenciômetro digital e então o líquido foi armazenado em frascos plásticos e conservado a menos -10º C para posteriores análises.

Para as análises de ácidos graxos voláteis, o líquido ruminal foi descongelado em banho-maria e centrifugado a 3500 r.p.m. por 10 minutos e 1 mL de sobrenadante foi adicionado a um Eppendorf contendo 1mL de ácido metafosfórico e mantidos em freezer a -20ºC até posteriores análises laboratoriais (MUCK e DICKERSON, 1988). O teor de

ácidos graxos voláteis foi analisado por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), utilizando uma coluna Aminex® HPX-87H (30 cm x 4.5 mm, Bio-Rad Laboratories Ltd), em um cromatógrafo Shimadzu. Os ácidos foram detectados utilizando como fase móvel água em 0.05 mmol.L-1 de ácido sulfúrico (H₂SO₄) com fluxo de 0,8 mL/minuto, sobre uma pressão de 73 kgf. Os compostos foram monitorados com auxílio de detector UV (modelo SPD10A VP), regulado em comprimento de onda (λ) de 210 nm, sendo injetados vinte microlitros de cada amostra no cromatógrafo

4.7. Análises Estatísticas

As variáveis estudadas foram submetidas ao teste de normalidade e homogeneidade dos resíduos. Quando atendidos os pressupostos, os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e teste de regressão (até 5% de significância) com a utilização do software Statistical Analysis System - SAS (versão 9.2).

As análises estatísticas foram conduzidas segundo um delineamento quadrado latino incompleto usando o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = m + l_i + c_j + t_k + e_{ijk}$$

Onde:

Y_{ijk} = valor observado na unidade experimental que recebeu o tratamento k (na linha i e coluna j);

m = efeito da média geral;

l_i = efeito da linha i (animal);

c_j = efeito da coluna j (período);

t_k = efeito do tratamento;

e_{ijk} = erro aleatório (resíduo).

Para os parâmetros de pH e ácidos orgânicos, as análises foram conduzidas seguindo o delineamento em quadrado latino de acordo com o modelo:

$$Y_{ijkl} = m + l_i + c_j + p_k + h_l + p_k \times h_l + e_{ijkl}$$

Onde:

Y_{ijkl} = valor observado na unidade experimental que recebeu o tratamento k (na linha i e coluna j);

m = efeito da média geral;

l_i = efeito do animal;

c_j = efeito do período;

p_k = efeito do tratamento;

h_l = efeito do tempo (-2, 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12);

$p_k \times h_l$ = interação entre tratamento e tempo; e

e_{ijk} = erro aleatório (resíduo).

5. RESULTADOS

Os níveis de FDN adicionados às dietas influenciaram de forma quadrática os consumos de matéria seca (gramas/dia e %PV), matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo e fibra em detergente neutro, com pontos de máximo de 1458,74 de MS(g/dia), 3,95 de MS(%PV), 1335,06 de MO, 198,81 de PB, 54,45 de EE e 759,39 de FDN, nos níveis de 47,97%, 62,5%, 47,82%, 47,65%, 41,6% e 70,5% respectivamente (Tabela.3).

Tabela 3. Consumo médio diário de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDNcp) de ovinos alimentados com dietas com diferentes níveis de FDN.

| Item | Níveis de FDN | | | | | EPM | P-valor | |
|---------------|---------------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|------------|
| | 280 | 400 | 520 | 640 | 760 | | Linear | Quadrático |
| MS | 1292,96 | 1302,12 | 1544,06 | 1335,39 | 1027,55 | 106,41 | 0,127 | 0,017 |
| MO | 1189,26 | 1193,53 | 1420,43 | 1222,88 | 948,68 | 81,34 | 0,139 | 0,019 |
| PB | 169,16 | 170,58 | 214,34 | 205,74 | 116,89 | 20,29 | 0,158 | 0,005 |
| EE | 57,32 | 45,37 | 51,00 | 39,28 | 21,69 | 2,49 | <0,001 | 0,004 |
| FDNcp | 223,75 | 359,56 | 672,64 | 794,48 | 700,81 | 42,13 | <0,001 | <0,001 |
| Consumo (%PV) | | | | | | | | |
| MS | 2,73 | 2,60 | 3,46 | 2,91 | 2,20 | 0,24 | 0,347 | 0,023 |

EPM- Erro padrão da média. cp- corrigido para cinzas e proteína.

Com exceção do coeficiente de digestibilidade da PB que não foi influenciado pelas dietas ($P>0,05$), os níveis de FDN reduziram as digestibilidades da MS e MO e afetaram de forma quadrática ($P<0,01$) as digestibilidades do extrato etéreo e FDNcp. Assim, foram estimados os máximos valores de 92,32 e 80,13 para os níveis de 22,29% e 64,7% de FDN nas dietas, respectivamente (Tabela.4).

Os tempos dispendidos em ingestão e ruminação foram influenciados linearmente pelos níveis de FDN das dietas. Por outro lado, os ovinos alimentados com as dietas contendo 76% de FDN dispenderam menos tempo em ócio em comparação àqueles animais alimentados com a dieta contendo 28% de FDN ($P<0,001$) (Tabela.5).

Tabela 4. Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN_{cp}) de ovinos alimentados com diferentes níveis de FDN.

| Item | Níveis de FDN | | | | | EPM | P-valor | |
|-------------------|---------------|-------|-------|-------|-------|------|---------|------------|
| | 280 | 400 | 520 | 640 | 760 | | Linear | Quadrático |
| MS | 79,76 | 79,68 | 75,85 | 69,06 | 57,06 | 3,33 | 0,001 | 0,065 |
| MO | 80,28 | 80,28 | 76,55 | 69,57 | 57,88 | 3,26 | <0,001 | 0,061 |
| PB | 70,54 | 75,44 | 73,40 | 70,82 | 77,93 | 3,16 | 0,177 | 0,652 |
| EE | 92,74 | 87,68 | 85,75 | 80,22 | 69,60 | 3,07 | <0,001 | 0,008 |
| FDN _{cp} | 67,44 | 66,98 | 78,89 | 74,44 | 70,76 | 5,14 | 0,090 | 0,015 |

EPM- Erro padrão da média. cp- corrigido para cinzas e proteína.

Tabela 5. Tempo dispendido (min) para ruminação, ingestão e ócio de ovinos alimentados com diferentes níveis de FDN.

| Item | Níveis de FDN | | | | | EPM | P-valor | |
|-----------|------------------------|--------|--------|--------|--------|-------|---------|------------|
| | 280 | 400 | 520 | 640 | 760 | | Linear | Quadrático |
| | Tempo dispendido (min) | | | | | | | |
| Ingestão | 155,30 | 203,09 | 207,40 | 265,77 | 300,30 | 35,63 | 0,001 | 0,761 |
| Ruminação | 189,47 | 319,89 | 277,30 | 352,52 | 412,98 | 52,47 | 0,002 | 0,858 |
| Ócio | 1117,30 | 921,38 | 951,98 | 815,51 | 727,87 | 51,59 | <0,001 | 0,556 |

EPM- Erro padrão da média.

Não foi verificado efeito dos níveis de FDN das dietas, tanto no número de eventos em ruminação ($P>0,05$), e como também na duração média dos eventos de ruminação (minutos). Contudo, as dietas influenciaram de forma linear o número de visitas ao cocho ($P=0,009$); durações médias da visita ao cocho ($P=0,001$) e em ócio ($P=0,014$). Além disso, o número de eventos em ócio/dia em ovinos foi afetado quadraticamente pelos níveis de FDN das dietas ($P=0,028$) sendo estimado um valor de 29,23 quando houve inclusão de 46,75% de FDN (Tabela.6).

Embora a eficiência de ingestão de FDN (grama/ hora) não tenha sido influenciada pelos níveis de FDN ($P>0,05$), a eficiência de ingestão de MS e as eficiências de ruminação da MS e FDN foram influenciadas de forma linear pelas dietas ($P=0,006$), ($P=0,010$) e ($P=0,014$), respectivamente (Tabela.7).

Tabela 6. Número de períodos de ingestão, ruminação e ócio e duração média de cada evento de ovinos alimentados com diferentes níveis de FDN.

| Item | Níveis de FDN | | | | | EPM | P-valor | |
|---------------------------------|---------------|-------|-------|-------|-------|------|---------|------------|
| | 280 | 400 | 520 | 640 | 760 | | Linear | Quadrático |
| Número de eventos/dia | | | | | | | | |
| Visita ao cocho | 14,30 | 14,66 | 14,21 | 11,49 | 8,55 | 1,39 | 0,009 | 0,120 |
| Ruminação | 14,07 | 14,59 | 17,35 | 16,29 | 16,07 | 1,46 | 0,051 | 0,109 |
| Ócio | 27,55 | 27,09 | 31,38 | 28,36 | 23,80 | 1,95 | 0,227 | 0,028 |
| Duração média dos eventos (min) | | | | | | | | |
| Visita ao cocho | 10,54 | 17,80 | 14,38 | 23,81 | 35,36 | 4,68 | 0,001 | 0,134 |
| Ruminação | 18,91 | 19,07 | 14,91 | 20,98 | 26,73 | 2,89 | 0,067 | 0,061 |
| Ócio | 42,54 | 34,79 | 30,95 | 29,37 | 31,11 | 3,64 | 0,014 | 0,082 |

EPM- Erro padrão da média.

Tabela 7. Eficiência de ingestão e ruminação da matéria seca e fibra em detergente neutro de ovinos alimentados com diferentes níveis de FDN.

| Item | Níveis de FDN | | | | | EPM | P-valor | |
|---------------------------------|---------------|--------|--------|--------|--------|-------|---------|------------|
| | 280 | 400 | 520 | 640 | 760 | | Linear | Quadrático |
| Eficiência de ingestão (g.h-1) | | | | | | | | |
| MS | 575,47 | 363,66 | 456,93 | 325,19 | 219,67 | 69,37 | 0,006 | 0,960 |
| FDN | 2,07 | 1,83 | 3,25 | 3,18 | 2,67 | 0,38 | 0,056 | 0,172 |
| Eficiência de ruminação (g.h-1) | | | | | | | | |
| MS | 410,76 | 238,20 | 395,90 | 224,83 | 154,00 | 59,05 | 0,010 | 0,511 |
| FDN | 92,42 | 71,30 | 139,00 | 140,76 | 109,05 | 14,43 | 0,014 | 0,062 |

EPM- Erro padrão da média.

Com exceção do número de bolos ruminados por dia, que foi influenciado de forma linear crescente pelas dietas ($P=0,008$), as demais variáveis relacionadas às mastigações meréricas não foram influenciadas pelos níveis de FDN adicionados nas dietas dos ovinos ($P>0,05$) (Tabela.8).

Tabela 8. Mastigações meréricas de ovinos alimentados com diferentes níveis de FDN.

| Item | Níveis de FDN | | | | | EPM | P-valor | |
|------------------------|---------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|------------|
| | 280 | 400 | 520 | 640 | 760 | | Linear | Quadrático |
| Nº de mastigações/Bolo | 59,66 | 56,47 | 48,64 | 53,15 | 58,95 | 4,83 | 0,763 | 0,131 |
| Tempo/Bolo | 47,69 | 47,07 | 39,90 | 40,46 | 47,28 | 3,68 | 0,540 | 0,141 |
| Mastigações/Min | 47,73 | 46,58 | 32,66 | 36,07 | 46,80 | 6,74 | 0,577 | 0,142 |
| Nº de bolo/Dia | 280,13 | 398,97 | 405,31 | 522,38 | 531,18 | 66,20 | 0,008 | 0,609 |
| Mastigações/Dia | 68734 | 67080 | 47029 | 51947 | 67390 | 9699,33 | 0,577 | 0,142 |

EPM- Erro padrão da média.

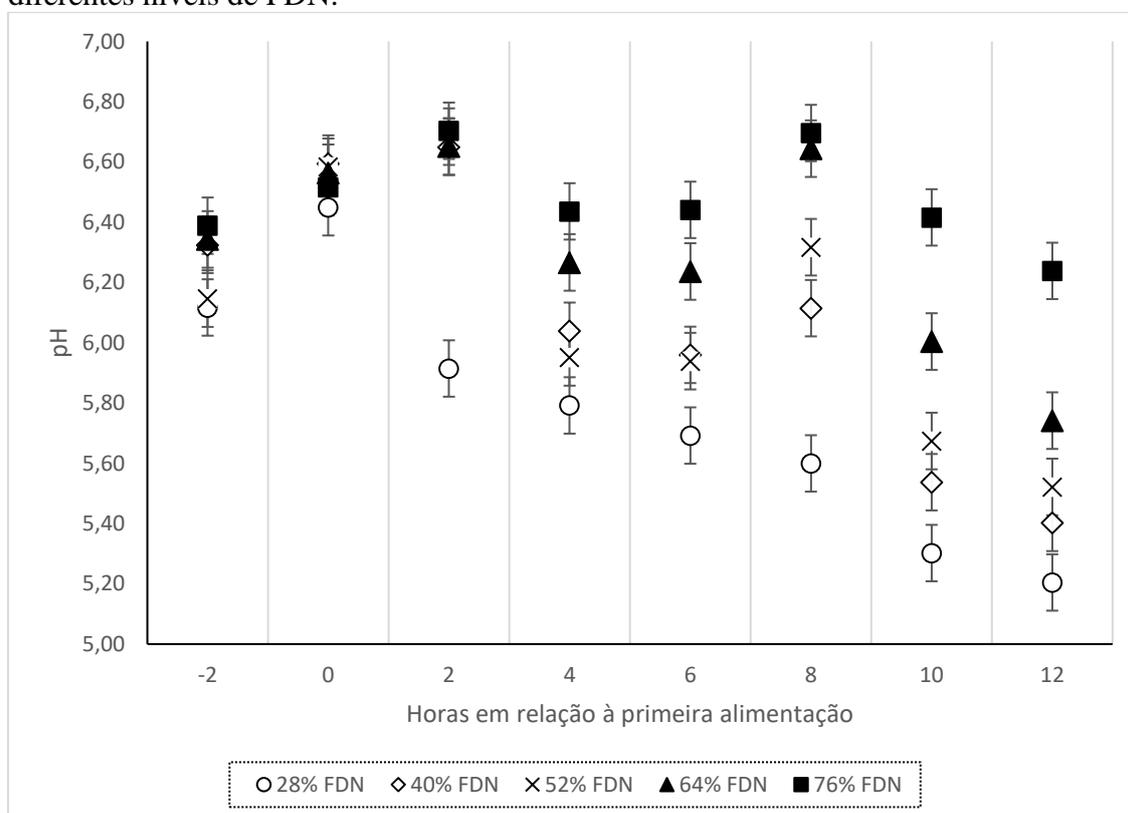
Não houve efeito de interação entre o nível de FDN da dieta e o tempo de avaliação para a concentração ruminal de AGCC, porém a produção de acetato e butirato apresentaram efeito quadrático, tendo valores máximos estimados de produção nos níveis de 62,35% e 48,50%, respectivamente. A produção de propionato apresentou comportamento linear, sendo mais produzido conforme menor foi o nível de fibra e maior o nível de carboidratos não fibrosos na dieta (Tabela.9).

Tabela 9. Valores médios de pH ruminal e concentrações de ácidos graxos voláteis em ovinos alimentados com diferentes níveis de FDN.

| Ítem | Níveis de FDN | | | | | EPM | P-valor | | | |
|-------------------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|--------|--------|------------|
| | 280 | 400 | 520 | 640 | 760 | | Hora | D x H | Linear | Quadrático |
| pH | 5,76 | 6,08 | 6,10 | 6,31 | 6,48 | 0,09 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,481 |
| Acetato ¹ | 46,10 | 47,71 | 52,50 | 49,92 | 42,76 | 12,21 | 0,014 | 0,996 | 0,632 | 0,026 |
| Propionato ¹ | 30,90 | 29,72 | 29,92 | 27,63 | 23,78 | 6,80 | 0,103 | 0,851 | 0,019 | 0,335 |
| Butirato ¹ | 8,21 | 8,44 | 10,13 | 7,75 | 5,80 | 2,05 | 0,016 | 0,999 | 0,060 | 0,016 |

EPM- Erro padrão da média, ¹- m/Mol.

Figura 1. Valores médios de pH ruminal em ovinos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de FDN.



Os valores de pH ruminal não diferiram nos dois primeiros horários avaliados (duas horas antes e no momento da alimentação). A partir de duas horas após a primeira alimentação, as médias começam a se diferir, sendo que no nível de 28% de houve queda de pH, sendo muito inferior aos outros chegando a apresentar o pH menor que nos outros tratamentos. Duas horas depois, houve queda de pH em todos os tratamentos, porém os níveis de 76% e 64% não houve alteração. O nível de inclusão de FDN de 52% foi semelhante ao nível de 40%, porém diferiu do nível de 28%, que apresentou uma queda menor acentuada em relação ao horário anterior (Figura 1).

6 horas após a primeira alimentação houve estabilização dos valores de pH ruminal, com pouca mudança em relação a duas horas atrás, apresentando queda apenas o tratamento de menor nível de FDN (28%), que passa a mudar a partir do nível de 40%. Uma hora depois os animais foram alimentados e então no seguinte horário (8h) houve leve elevação do pH de quase todos os tratamentos, só o nível de 28% apresentou queda. Os níveis de inclusão de 76 e 64% de FDN voltam a não apresentar mudanças, porém ambos diferentes do tratamento com inclusão 52% de fibra em detergente neutro. O tratamento com 40% de FDN passa a se diferir do nível de 50% por ter apresentado uma elevação de pH inferior ao deste. 10 horas após a primeira alimentação, o pH de todos os tratamentos volta a cair, acentuadamente nos tratamentos medianos (40%, 52% e 64%) e mais levemente nos tratamentos extremos (28% e 76% de FDN) em que apenas os tratamentos com inclusão de 40% e 52% não apresentam diferenças. No próximo horário, duas horas depois, todos os tratamentos apresentaram leve queda de pH, mostrando sinais de estabilização nas próximas horas. O tratamento com inclusão de 76% de fibra em detergente neutro se distanciou mais dos outros tratamentos e permaneceu em valores de pH próximo ao avaliado no primeiro horário (Figura 1).

6. DISCUSSÃO

O consumo de matéria seca e de todos os componentes nutricionais avaliados foram influenciados pelos níveis de inclusão de FDN nas dietas. Com valores muito elevados de FDN, o consumo é reduzido por conta da característica de digestão mais lenta da fibra, promovendo redução da taxa de passagem, repleção ruminal e assim, ativando o centro da saciedade. Já em níveis reduzidos de fibra na dieta, também há um menor consumo. Uma das causas do consumo reduzido é a queda do pH que, em casos graves, promove desequilíbrio metabólico-ruminal, redução da digestibilidade, redução da população de microrganismos fibrolíticos, podendo levar o animal a óbito. Os resultados do presente estudo corroboram com o que foi verificado por Macedo Júnior (2005) que também observaram influência dos níveis de FDN nos consumos de MS, MO, FDN e PB.

Os animais que consumiram dietas contendo o menor nível de FDN, mostraram os menores valores de pH ruminal, o que pode ter ocasionado a formação de um ambiente ruminal com pH abaixo da faixa ideal para microrganismos fibrolíticos, entre 6,8 e 6,2 (Van Soest, 1994). Dessa forma, isto tornou o ambiente menos favorável ao crescimento da população de microrganismos fibrolíticos, e mais favorável aos amilolíticos. Assim, a digestibilidade da FDN decresce conforme se reduz o nível de inclusão da mesma ao diminuir a quantidade de volumoso na dieta e aumentar a proporção de concentrado. É também por essa maior proporção de concentrado nas dietas que as digestibilidades da MS e MO são mais elevadas, apesar do comportamento de crescimento da digestibilidade da FDN até o nível de 64,7% de inclusão de fibra em detergente neutro.

Ainda que a queda na digestibilidade da fibra reduziu a digestibilidade das demais frações, os valores de carboidratos não-fibrosos encontrados nas dietas com valores de inclusão de FDN abaixo de 40% eram os mais elevados dentre as frações avaliadas. Segundo Valadares Filho (1985), carboidratos não-estruturais possuem coeficiente de digestibilidade aparente total acima de 90% e carboidratos estruturais próximos de 50%, o que reflete na maior digestão da MS das dietas com menores teores de carboidratos estruturais.

A digestibilidade do EE sofreu efeito quadrático, decrescendo conforme houve aumento do teor de fibra na dieta. A medida que houve aumento no teor de fibra, foi verificada redução na proporção de concentrado e dos ingredientes onde o extrato etéreo

encontra-se mais disponível, de mais fácil digestão. Dessa forma, conforme é aumentado o teor de fibra, menos disponível está o extrato etéreo e menor é sua digestibilidade.

O comportamento ingestivo também nos traz dados importantes pois demonstra que ao se elevar o teor de fibra, é verificado aumento nos tempos dispendidos em atividades de alimentação e ruminação, podendo estar relacionado ao tamanho de partícula da dieta. Segundo Valadares Filho & Pina (2006), dietas com moagem fina aumentam a densidade e a ingestão, promovendo rápida passagem do material insolúvel. Isso significa que os animais alimentados com dietas mais ricas em fibra precisam consumir por mais tempo por conta da menor densidade dessas rações para que consigam ingerir a mesma quantidade de matéria seca por dia em comparação aos animais que consomem menos fibra. Além disso, por essa rápida passagem de material insolúvel, é necessário menos tempo para ruminação. Isso também é mostrado nos resultados de eficiência de ingestão de MS e FDN e também pode estar relacionado à maior necessidade de mastigação do bolo alimentar para ser ingerido. Se o animal precisa passar mais tempo ao cocho ou ruminando, por consequência passa menos tempo em ócio, como mostra o resultado de decréscimo linear, inversamente proporcional ao teor de FDN na dieta.

Os animais que consumiam dietas com maior teor de fibra apresentaram menor frequência de visitas ao cocho, pois além de o tempo médio das visitas ser mais longo, esses animais despendiam mais tempo na atividade de ruminação em relação àqueles que consumiam dietas com menor teor de FDN.

Animais que tiveram maior frequência de visitas ao cocho, por serem mais ativos, levantaram-se mais vezes para se alimentar, reduzindo o tempo médio da atividade de ócio. Porém, o número de períodos de ócio reduziu em níveis abaixo de 46,75% na dieta devido ao tempo médio elevado dos períodos de ócio.

A eficiência de ingestão e ruminação de MS foram afetadas pelos tratamentos, apresentando decréscimo linear conforme se eleva o teor de FDN da dieta. Os animais que consumiram menos fibra ingeriram mais matéria seca em menos tempo devido à densidade da dieta. Era esperado efeito significativo para a ingestão de FDN, que deveria ter sido menor nas dietas extremas devido a limitação na baixa proporção de fibra da dieta ou por conta da repleção ruminal, a eficiência de ingestão de FDN não sofreu efeitos significativos.

Os tratamentos também não afetaram maior parte dos dados mastigatórios, promovendo o crescimento linear apenas do número de bolos por dia. Dietas com alto teor de fibra com granulometria adequada estimulam maior taxa de ruminção.

As bactérias fibrolíticas e protozoários necessitam de pH variando entre 6,2 e 6,8, para atuarem de forma adequada. Segundo Van Soest (1994), pH abaixo de 6,2 aumenta o tempo de colonização da fibra e inibe a sua degradação. No entanto as bactérias amilolíticas vão atuar em uma faixa de pH mais baixo (5,8), isso demonstra que o pH do líquido ruminal afeta a degradação dos alimentos de forma diferenciada, sugerindo que a faixa ideal de pH está entre 5,5 e 7,0 (FURLAN et al., 2006). As menores inclusões de FDN testadas (28% e 40%) alcançaram valores de pH menores que 5,5 após a segunda alimentação. O pH do líquido ruminal dos animais alimentados com 28% de FDN não apresentou recuperação na segunda alimentação como ocorreu nos animais submetidos aos outros tratamentos. Isso pode indicar que esses animais tenham reduzido o consumo da segunda alimentação devido ao baixo pH.

Assim como no trabalho de Goularte et al. (2011), testando níveis de fibra para bovinos e bubalinos, a produção de propionato decresce linearmente conforme se eleva a proporção de FDN na dieta. Os tratamentos com menores níveis de FDN na dieta, por apresentarem uma faixa de pH resultam em maior atividade de microrganismos amilolíticos e/ou proteolíticos, produtores de ácido propiônico (CHURCH, 1988). Nas dietas com altas proporções de FDN, apesar de a faixa de pH ser ideal para a colonização e proliferação das partículas de fibra pelos microrganismos fibrolíticos, produtores de acetato, a limitação do consumo impede que haja substrato e a falta de nitrogênio reduz o crescimento da população microbiana para a degradação eficiente do alimento, reduzindo a produção desse ácido graxo quando a dieta ultrapassa teores e fibra de 62,35%.

Forbes e Provenza (2000), afirmam que ruminantes têm a capacidade de aprender a associar consequências pós-ingestivas de algum alimento através de suas preferências sensoriais, ou seja, se um animal hipoteticamente se alimenta de uma dieta pobre em fibra e rica em carboidratos não-fibrosos e ela causa algum mal, como por exemplo um timpanismo, ele tenderá a selecionar alimentos menos energéticos no futuro. Através de observações, foi notado que os animais que consumiam os menores níveis de fibra desenvolveram hábitos incomuns, como ingestão de pêlo e lã do próprio corpo ou de lã de animais vizinhos, na procura de alimentos mais fibrosos diante de uma possível

experiência ruim em razão da dieta pobre em FDN. Desta forma, resultados como por exemplo a variação do pH, podem ter sido suavizados devido a alteração comportamental e consumo de materiais que atuassem como fibra efetiva, promovendo a ruminação.

7. CONCLUSÃO

O teor de fibra em detergente neutro entre 40 e 64% na dieta de ovinos confinados otimizou o consumo dos componentes nutricionais, permitindo seu maior aproveitamento e maior eficiência energética, sem causar efeitos negativos à saúde metabólico-ruminal dos animais avaliados.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Grande parte das variáveis avaliadas influenciadas pelos níveis de FDN e que possuem relação com aumento da ingestão de componentes nutricionais, seu aproveitamento e produção de ácidos graxos voláteis, tiveram seus valores máximos próximos ao tratamento com nível de 52% de FDN na dieta total. Abaixo desse teor, a estabilidade ruminal pode ser comprometida, reduzindo drasticamente o pH após as refeições e dificultando a recuperação dos níveis ideais, prejudicando a degradação da fibra, reduzindo o consumo e, possivelmente, o desempenho do ovino. Níveis acima de 64% há redução do consumo e da digestibilidade de grande parte dos componentes por conta do fator de enchimento ruminal além do baixo teor de CNF ofertado, podendo comprometer o sincronismo entre a proteína e o carboidrato e por consequência reduzir a eficiência de utilização do nitrogênio proveniente de compostos nitrogenados não protéicos (como a ureia) pelos microrganismos do rúmen, já que essa eficiência depende de uma série de fatores, dentre eles a perfeita sincronização entre a liberação de amônia, decorrente da hidrólise da ureia, e presença de energia para síntese de proteína microbiana.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDOUN, K.; STUMPF, F.; MARTENS, H. 2007. Urea transport across the rumen epithelium is electrically silent and modulated by changes in pH. **Journal of physiology and biochemistry**, v. 63, n. 1, p. 33-34, 2007.

ALLEN, M. S. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 74, n. 12, p. 3063-3075, 1996.

AKIN, D. E. Histological and physical factors affecting digestibility of forages. **Agronomy Journal**, v. 81, n. 1, p. 17-25, 1989.

ALUWONG, T.; KOBO, P. I.; ABDULLAHI, A. Volatile fatty acids production in ruminants and the role of monocarboxylate transporters: a review. **African Journal of Biotechnology**, v. 9, n. 38, p. 6229-6232, 2010.

ALVES, K.S. et al. Níveis de energia em dietas para ovinos Santa Inês: características de carcaça e constituintes corporais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, n. 6, p. 1927-1936, 2003.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis. 15.ed. Washington, 1990.

ASCHENBACH, J. R., BILK, S., TADESSE, G., STUMPF, F., GÄBEL, G. Bicarbonate-dependent and bicarbonate-independent mechanisms contribute to nondiffusive uptake of acetate in the ruminal epithelium of sheep. **American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology**, v. 296, n. 5, p.1098-1107, 2009.

AZEVEDO, H. O. Ureia de liberação lenta em substituição ao farelo de soja na dieta de terminação de novilhos nelore confinados. 53p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Escola de Veterinária da universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

BANNINK, A., KOGUT, J., DIJKSTRA, J., FRANCE, J., KEBREAB, E., VAN VUUREN, A. M., TAMMINGA, S. Estimation of the stoichiometry of volatile fatty acid production in the rumen of lactating cows. **Journal of Theoretical Biology**, v. 238, n. 1, p. 36-51, 2006.

BARROS, M. C. C., MARQUES, J. D. A., SILVA, F. D., SILVA, R. R., GUIMARÃES, G. S., SILVA, L. D., ARAÚJO, F. D. Glicerina bruta na dieta de ovinos confinados: consumo, digestibilidade, desempenho, medidas morfométricas da carcaça e características da carne. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 453-466, 2015.

CARDOSO, R. C., PIRES, C. C., CARVALHO, S., GALVANI, D. B., JOCHIMS, F., HASTENPFLUG, M., WOMMER P. T. Consumo de nutrientes e desempenho de cordeiros alimentados com dietas que contêm diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Rural**, v. 36, n. 1, p.215-221, 2006.

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

CORTE, R.R.P.S. Substituição do Farelo de Soja por Fontes de Nitrogênio Não Proteico em Bovinos Nelore. 124p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga, 2012.

CHURCH, D.C. **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: Waveland Press, 563p.1988.

DETMANN, E.; GIONBELLI, M. P.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C.; RENNÓ, L. N. Considerações sobre métodos de pesquisa com ruminantes em pastejo. **Nutritime Revista Eletrônica**, v.13, n.3, p.4711-4731, 2016.

DIJKSTRA, J.; ELLIS, J. L.; KEBREAB, E.; STRATHE, A. B.; LÓPEZ, S.; FRANCE, J.; BANNINK, A. Ruminant pH regulation and nutritional consequences of low pH. **Animal Feed Science and Technology**, v. 172, n. 1-2, p. 22-33, 2012.

ELLIS, J. L.; DIJKSTRA, J.; KEBREAB, E.; BANNINK, A.; ODONGO, N. E.; McBRIDE, B. W.; FRANCE, J. Aspects of rumen microbiology central to mechanistic modelling of methane production in cattle. **Journal of Agricultural Science**, v.146, n.2, p.213-233, 2008.

ERDMAN, R.A. 1988. Dietary buffering requirements of the lactating dairy cow: a review. **Journal of Dairy Science**, v. 71, n. 12, p. 3246-3266, 1988.

FORBES, J. M. **Voluntary feed intake**. In: FORBES, J. M., FRANCE, J. 1993. Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism. Cambridge: University Press, p.479-494.

FURLAN, R. L.; MACARI, M.; FARIA FILHO, D. E. **Anatomia e fisiologia do trato gastrintestinal**. IN: Nutrição de Ruminantes. Jaboticabal: Funep, 583p.2006.

GOULARTE, S.R., ÍTAVO, L.C.V., SANTOS, G.T., ÍTAVO, C.C.B.F., OLIVEIRA, L.C.S., FAVARO, S.P., DIAS, A.M., TORRES JUNIOR, R.A.A., BITTAR, C.M.M. Ácidos graxos voláteis no rúmen de vacas alimentadas com diferentes teores de

concentrado na dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 6, p. 1479-1486, 2011.

HOOK, S.E., STEELE, M.A., NORTHWOOD, K.S., DIJKSTRA, J., FRANCE, J., WRIGHT, A.-D.G., MCBRIDE, B.W. Impact of subacute ruminal acidosis (SARA) adaptation and recovery on the density and diversity of bacteria in the rumen of dairy cows. **FEMS microbiology ecology**, v. 78, n. 2, p. 275-284, 2011.

ISHLER, V., HEINRICHS, J., VARGA, G. 1998. **From feed to milk: understanding rumen functions**. 72p.

KNAPP, J. R.; LAUR, G. L.; VADAS, P. A.; WEISS, W. P.; TRICARICO, J. M. Enteric Methane in Dairy Cattle Production: Quantifying the Opportunities and Impact of Reducing Emissions. **Journal of dairy science**, v. 97, n. 6, p. 3231-3261, 2014.

KOHN, R.A., DUNLAP, T.F. Calculation of the buffering capacity of bicarbonate in the rumen and *in vitro*. **Journal of Animal Science**, v. 76, n. 6, p. 1702-1709, 1998.
Kozloski, G. V., Trevisan, L. M., Bonnacarrère, L. M., Härter, C. J., Fiorentini, G., Galvani, D. B., & Pires, C. C. Níveis de fibra em detergente neutro na dieta de cordeiros: consumo, digestibilidade e fermentação ruminal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 5, p. 893-900, 2006.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. **Animal feed science and technology**, v. 57, n. 4, p. 347-358, 1996.

LIU, K., SOLLENBERGER, L. E., NEWMAN, Y. C., VENDRAMINI, J. M. B., INTERRANTE, S. M., WHITE-LEECH, R. Grazing management effects on productivity, nutritive value, and persistence of 'Tifton 85' bermudagrass. **Crop science**, v. 51, n. 1, p. 353- 360, 2011.

LU, Z. 2013. **Urea Transport in Sheep Rumen Epithelium in Vitro: Modulation by Luminal Ammonia and pH**. 2014. Tese de Doutorado. Freie Universität Berlin.

MACEDO JÚNIOR, G. L., PEREZ, J. R. O., ALMEIDA, T.R.V., PAULA, O.J., FRANÇA, P. M., ASSIS, R.M. Influência de diferentes níveis de FDN dietético no consumo e digestibilidade aparente de ovelhas Santa Inês. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 3, p. 547-553, 2006.

MACKIE, R.I., GILCHRIST, F.M.C., ROBBERTS, A.M., HANNAH, P.E., SCHWARTZ, H.M. Microbiological and chemical changes in the rumen during the

stepwise adaptation of sheep to high-concentrate diets. **The Journal of Agricultural Science**, v. 90, n. 2, p. 241-254, 1978.

MAEKAWA, M., BEAUCHEMIN, K.A., CHRISTENSEN, D.A. Effect of concentrate level and feeding management on chewing activities, saliva production, and ruminal pH of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 5, p. 1165-1175, 2002.

McDOUGALL, G.J., MORRISON, I.M., STEWART, D., Weyers, J. D. B., & Hillman, J. R. Plant fibres: chemistry and processing for industrial use. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 62, n. 1, p. 1-20, 1993.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: Forage Quality, Evaluation, and Utilization, G. C. Fahey, Jr, M. Collins, D. R. Mertens, and L. E. Moser, ed., American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America, Madison, WI, 1994. p. 450– 493.

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

MERTENS, D.R. Methods in modelling feeding behaviour and intake in herbivores. In: **Annales de zootechnie**. 1996. p. 153-164.

MERTENS, D.R. 2001. Physical effective NDF and its use in formulating dairy rations, In: **11th Florida Ruminant Nutrition Symposium**. 2000.

MUCK, R. E.; DICKERSON, J. T. Storage temperature effects on proteolysis in alfalfa silage. **Transactions of the ASAE**, v. 31, n. 4, p. 1005-1009, 1988.

NATEL, A. S.; SIQUEIRA, E. R.; ALMEIDA, M. T. C.; MARTINS, M. F.; ROCHA, M. K. R. Níveis de FDN na dieta de ovelhas Bergamácia em lactação: Digestibilidade dos nutrientes. **Anais...** Pato Branco, PR, 2012.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press: p. 381.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL- NRC. Nutrient Requirements of sheep. 5 revised ed. Washington, National Academy Press, 1985 112p.

NOLLER, C. H.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; QUEIROZ, D. S. 1996. Exigências nutricionais de animais em pastejo. In.: 13º Simpósio sobre Manejo da Pastagem, Piracicaba, 1996. **Anais...** ESALQ/USP, p. 319.

PALMONARI, A., STEVENSON, D.M., MERTENS, D.R., CRUYWAGEN, C.W., WEIMER, P.J. pH dynamics and bacterial community composition in the rumen of lactating dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 93, n. 1, p. 279-287, 2010.

POPPI, D. P., FRANCE, J. AND MCLENNAN, S. R. **Intake, passage and digestibility**. In: Feeding Systems and Feed Evaluation Models 1st ed. (pp. 35-52) Wallingford, UK: CAB.

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

SEIFFERT, N.F. 1990 **Leguminosas para Pastagens no Brasil Central**. Campo Grande: EMBRAPACNPGC, p. 131.

SILVA, A. M.; OLIVEIRA, R. L.; RIBEIRO, O. L.; BAGALDO, A. R.; BEZERRA, L. R.; CARVALHO, S. T.; ABRE, C. L.; LEÃO, A. G. Valor nutricional de resíduos da agroindústria para alimentação de ruminantes. **Comunicata Scientiae**, v. 5, n. 4, p. 370-379, 2014.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV: p. 235, 2006.

SILVA, F. D., SÁ, J. D., SCHIO, A. R., ÍTAVO, L. C. V., SILVA, R. R., & MATEUS, R. G. Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 371-389, 2009.

SILVA, M. R. H.; NEUMANN, M. Fibra efetiva e fibra fisicamente efetiva: conceitos e importância na nutrição de ruminantes. **FAZU em Revista**, v.9, p. 69-84, 2012.

SOUSA, B. A. A.; CORREIA, R. T. P. Biotechnological Reuse of Fruit Residues as a Rational Strategy for Agro-industrial Resources. **Journal of technology management & innovation**, v. 5, n. 2, p. 104-112, 2010.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; SILVA, M. J. M.; LIMA, A. 2011. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, n. 3, 2011.

TEIXEIRA, A. M. et al. Desempenho de vacas Girolando mantidas em pastejo de Tifton 85 irrigado ou sequeiro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 5, p. 1447-1453, 2013.

VALADARES FILHO, S. C. **Digestão total e parcial da matéria seca e carboidratos em bovinos e bubalinos**. 1985. 148 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1985.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n. 10, p.3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P.J. 1994. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. New York: Cornell University Press, p. 476.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. **Analysis of forages and fibrous foods**. Ithaca: Cornell University. p.202, 1985.

WALDO, D. R. JORGENSEN. N. A. Forages for high animal production: Nutritional factors and effects of conservation. **Journal of Dairy Science**, v. 64, n. 6, p. 1207-1229, 1981.

WEIMER, P.J. Why don't ruminal bacteria digest cellulose faster. **Journal of Dairy Science**, v. 79, n. 8, p. 1496-1502, 1996.

YAN, T.; FROST, J. P.; KEADY, T. W.; AGNEW, R. E.; MAYNE, C.S. Prediction of nitrogen excretion in feces and urine of beef cattle offered diets containing grass silage. **Journal of Animal Science**, v. 85, n. 8, p. 1982-1989, 2007.