

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**DIVERSIDADE POPULACIONAL DE PROTOZOÁRIOS E CINÉTICA
RUMINAL EM OVINOS MANTIDOS EM VEGETAÇÃO DE CAATINGA**

DANIELE SILVA DE MATOS

**RECIFE - PE
OUTUBRO - 2007**

DANIELE SILVA DE MATOS

**DIVERSIDADE POPULACIONAL DE PROTOZOÁRIOS E CINÉTICA
RUMINAL EM OVINOS MANTIDOS EM VEGETAÇÃO DE CAATINGA**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, do qual fazem parte a Universidade Federal da Paraíba e a Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Nutrição Animal

Comitê de Orientação:

Prof^a Dr^a Adriana Guim – orientadora principal

Prof^a Dr^a Ângela Maria Vieira Batista

Prof^a Dr^a. Mércia Virgínia Ferreira dos Santos

RECIFE - PE
OUTUBRO - 2007

Ficha catalográfica

M433d Matos, Daniele Silva de

Diversidade populacional de protozoários e cinética ruminal em ovinos mantidos em vegetação de caatinga / Daniele Silva de Matos. -- 2007.

7f. : il.

Orientadora: Adriana Guim

Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Zootecnia.

Inclui anexo e bibliografia.

CDD 636.3

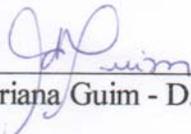
1. Entodiniomorpha
 2. Holotricha
 3. Pastagem nativa
 4. pH
 5. Amônia
 6. Eficiência microbiana
- I. Guim, Adriana
II. Título

DANIELE SILVA DE MATOS

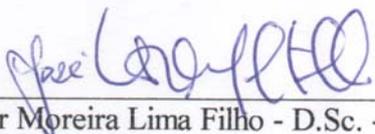
**DIVERSIDADE POPULACIONAL DE PROTOZOÁRIOS E CINÉTICA
RUMINAL EM OVINOS MANTIDOS EM VEGETAÇÃO DE CAATINGA**

Tese defendida e aprovada pela Banca Examinadora em 16 de outubro de 2007

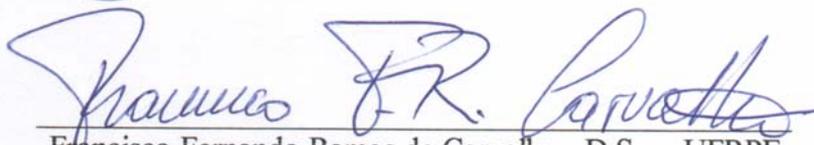
Orientadora:

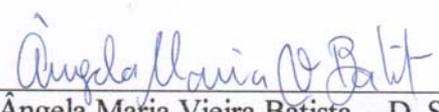

Adriana Guim - D.Sc. - UFRPE

Banca Examinadora:


José Vitor Moreira Lima Filho - D.Sc. - UFRPE


Fábio Luiz Fregadolli - D.Sc. - UFAL


Francisco Fernando Ramos de Carvalho - D.Sc. - UFRPE


Ângela Maria Vieira Batista - D. Sc. - UFRPE

À Deus

Aos meus pais, Pedro e Lúcia

Aos meus irmãos Pierry, Simone (in memoriam) e Delma

Aos meus sobrinhos Esther, Pedro e Mariana

Dedico-lhes este trabalho com todo amor e carinho.

“Não importa onde você parou...

Em que momento da vida cansou...

O que importa é que sempre é possível e necessário recomeçar.”

Carlos Drummond de Andrade

AGRADECIMENTOS

À Deus, luz do meu caminho, pelas bênçãos recebidas diariamente.

Aos meus familiares, que mesmo distantes, sempre incentivam e vibram por cada vitória alcançada.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE, nas pessoas que fazem o Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia-PDIZ, pela oportunidade de realização do curso.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

À professora Adriana Guim pela orientação, paciência, confiança, ensinamentos e compreensão, principalmente nos momentos mais difíceis desta jornada.

À professora Ângela Maria Vieira Batista pela orientação, confiança, paciência e ensinamentos dispensados ao longo do curso.

À professora Mércia Virgínia Ferreira dos Santos, pela oportunidade de participar deste trabalho.

A todos os professores que fazem parte do PDIZ.

À Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA, por ter disponibilizado suas instalações e animais para condução do experimento e aos amigos Zaú, Everaldo, D. Maria, D. Assunção, Branco, Roberto, Damião e demais funcionários da estação pela convivência harmoniosa e colaboração nas atividades experimentais.

Ao amigo Gladston Rafael pela companhia, convivência tranquila e colaboração durante a realização das atividades experimentais.

À Dilza, Zé Nilton, Chiara, Lígia Barreto, Isabel e Kate pela colaboração durante o experimento.

À Aniel, meu amigo-irmão, que mesmo à distância contribuiu imensamente no experimento.

Ao Sr. Nicácio, Cristina, Raquel, D. Helena e Sr. Antônio, funcionários do Departamento de Zootecnia, por colaborar na realização das atividades inerentes ao curso.

Aos amigos Ronaldo, Ednéia, Kate, Clêidida, Chiara e Ana Paula, que dividiram comigo suas vidas, pela paciência e compreensão.

Aos amigos baianos sempre presentes: Rinaldinho, Tony, Clêidida, Jânio, Tatiana, Claudinei, Olímpia, Robson e Zé Nilton.

Ao amigo Wellington Samay pela excelente convivência e intensa colaboração.

Aos amigos Rinaldinho, Regina e Rodrigo pela amizade e intensa convivência.

Aos amigos do Departamento de Zootecnia pela intensa participação em minha vida, pessoal e acadêmica: Wellington, Prof^a Sherlânea, Kedes, Bárbara, Argélia, Gilvan, Tatiana, Stélio, Elifábia, Ricardo Gomes, Laine, Valéria, Carla Wanderley, Chiara, Ana Paula, Dilza, Lígia, Gladston, Geovergue, Zé Nilton, Márcio, Fátima, Fabiana, Evaristo, Rinaldinho, Regina, Elizabel, Airon, Sólon, Ana Maria, Guilherme, Andrezza, Alessandra, Carol, Sharlynton, Elton, Keyla.

Aos meus estagiários Felipe Lins e Luciana pela dedicação dispensada durante as atividades laboratoriais.

Aos professores Adriana, Ângela, Elisa, Francisco e Sherlânea, participantes da banca de qualificação, pela paciência, colaboração e criatividade na elaboração das atividades dessa etapa.

Enfim, a todos que contribuíram direta ou indiretamente por mais esta realização.

BIOGRAFIA

DANIELE SILVA DE MATOS, filha de Pedro Alves de Matos e Maria Lúcia Silva de Matos, natural de Itapetinga-BA, nasceu no dia 02 de julho de 1977. Graduou-se em Zootecnia pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia em maio de 2001. Foi professora substituta das disciplinas Zootecnia Geral e Zootecnia I (avicultura de corte e postura, cunicultura e coturnicultura) na Escola Agrotécnica Federal de Senhor do Bonfim-BA, encerrando suas atividades em março de 2003, quando iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE. Coursou as primeiras disciplinas do referido curso na Universidade Federal de Viçosa - UFV, através do convênio entre UFRPE/UFV, concentrando seus estudos na Área de Nutrição Animal, submetendo-se à defesa da dissertação em 21 de fevereiro de 2005. Iniciou seu Doutorado pelo Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia na UFRPE em março de 2005 e submeteu-se à defesa da tese em 19 de outubro de 2007. Atualmente é professora das disciplinas Alimentação e Nutrição Animal e Produção de Não-Ruminantes II (Suinocultura e Apicultura) na Escola Agrotécnica Federal de Santa Inês-Bahia.

SUMÁRIO

	Página
Lista de Tabelas.....	viii
Lista de Figuras.....	x
Resumo Geral.....	xi
Abstract.....	xiii
Capítulo I – Referencial Teórico.....	15
Referências Bibliográficas.....	32
Capítulo II - Avaliação da população dos protozoários ciliados no rúmen de ovinos criados na caatinga	36
Resumo.....	37
Abstract.....	38
Introdução.....	39
Material e Métodos.....	42
Resultados e Discussão.....	47
Conclusões.....	55
Referências Bibliográficas.....	56

Capítulo III – Síntese de proteína microbiana e parâmetros ruminais em ovinos criados na caatinga.....	58
Resumo.....	59
Abstract.....	61
Introdução.....	63
Material e Métodos.....	66
Resultados e Discussão.....	73
Conclusões.....	87
Referências Bibliográficas.....	88

ANEXOS

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

	Página
Tabela 1. Precipitação pluviométrica e disponibilidade de forragem durante o período experimental.....	43
Tabela 2. Composição química da extrusa de carneiros criados na caatinga.....	45
Tabela 3. Concentração média ($\times 10^4$) de protozoários por mL de líquido ruminal (n°/mL) e percentagem (%) dos gêneros de protozoários ciliados no rúmen de ovinos criados na caatinga no período de setembro de 2004 a Julho de 2005, antes da alimentação (0 h) e quatro horas após (4 h).....	48
Tabela 4. Correlações simples dos gêneros (n° de células por mL e percentagem) e número total de protozoários com o teor de nutrientes digestíveis totais (NDT), pH, proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), hemicelulose (HEM), celulose (CEL), carboidratos totais (CHOT) e carboidratos não fibrosos (CNF).....	51

CAPÍTULO III

	Página
Tabela 1. Precipitação pluviométrica e disponibilidade de forragem durante o período experimental.....	67
Tabela 2. Composição química da extrusa de carneiros criados na caatinga.....	69
Tabela 3. Consumo médio de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN) e de nutrientes digestíveis totais (CNDT) por ovinos criados na caatinga.....	74
Tabela 4. Valores médios por mês e por horário de coleta do pH no rúmen de ovinos criados na caatinga.....	75
Tabela 5. Valores médios das taxas de renovação (TR) e de desaparecimento (TD) da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e fibra em detergente neutro (FDN) em ovinos criados na caatinga.....	77
Tabela 6. Concentração média ($\mu\text{mol/L}$) e proporção molar dos ácidos acético, propiônico e butírico no líquido ruminal de ovinos criados na caatinga.....	78
Tabela 7. Concentração média ($\mu\text{mol/L}$) e proporção molar dos ácidos acético, propiônico e butírico no líquido ruminal de ovinos criados na caatinga em função do horário de coleta.....	81
Tabela 8. Valores médios da variação anual e por período de amônia ($\text{mg}/100\text{mL}$) no rúmen de ovinos criados na caatinga.....	82
Tabela 9. Valores médios de volume urinário, concentração de uréia (U) e creatinina (CRT), excreção e composição percentual de ácido úrico (AU), alantoína (ALA), xantina+hipoxantina (XHP), derivados de purina (DP), purinas absorvidas (PA), síntese de nitrogênio (SN), síntese de proteína microbiana (SPM) e eficiência microbiana (EM) em g de proteína microbiana/kg de nutrientes digestíveis totais consumido (g PM/kgNDT).....	84

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO III

	Página
Figura 1. Estimativas dos valores médios de pH no líquido ruminal em função dos meses (M) do ano e horário (H) de coleta.....	76
Figura 2. Concentração dos ácidos acético, propiônico, butírico e total em função do mês e do horário de coleta.....	80
Figura 3. Estimativas dos valores médios da amônia no líquido ruminal em função dos meses (M) do ano e horário (H) de coleta.....	83

Diversidade populacional de protozoários e cinética ruminal em ovinos mantidos em vegetação de caatinga

Resumo - O objetivo deste trabalho foi determinar o número e gênero de protozoários ciliados no rúmen, os parâmetros de fermentação ruminal e a síntese de proteína microbiana em ovinos criados na caatinga. Foram determinadas: composição química da extrusa, consumo de matéria seca (CMS), de matéria orgânica (CMO), de proteína bruta (CPB), de fibra em detergente neutro (CFDN) e de nutrientes digestíveis totais (CNDT), pH, ácidos graxos voláteis, amônia, estimativa da produção microbiana, tempo de renovação, taxa de desaparecimento da MS, MO e FDN, número e gênero de protozoários ciliados do rúmen. O experimento foi realizado de setembro de 2004 a julho de 2005. Foram utilizados 05 ovinos mestiços de Santa Inês, castrados, com cânulas permanentes no rúmen, mantidos na caatinga, recebendo água e mistura mineral 'ad libitum'. O consumo de nutrientes em função do peso vivo e da unidade de tamanho metabólico foi maior em maio de 2005, quando houve maior disponibilidade de forragem. O valor médio de pH variou de 7,07 (antes da alimentação) a 6,31 (10 horas após). Os valores médios para tempo de renovação e taxa de desaparecimento não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$) e foram de 22,56; 22,08 e 21,42 horas e de 4,9; 5,0 e 5,1 %/h para MS, MO e FDN, respectivamente. A concentração dos ácidos graxos voláteis (AGV) apresentou variação diurna com comportamento linear ($P < 0,05$) e durante o ano de estudo, sendo mais baixos nos meses de maio e julho de 2005, entretanto a proporção molar permaneceu praticamente inalterada, e foi em média de 75,0:18,6:6,4 para acetato, propionato e butirato, respectivamente. As concentrações de amônia apresentaram aumentos lineares ($P < 0,05$) com o horário de coleta, variando de 10,53 a 18,24 mg de amônia/100 mL de líquido ruminal, antes e 10 horas após a alimentação, respectivamente. O rendimento e eficiência de síntese da proteína microbiana foram maiores de maio de 2005, quando a concentração de amônia no líquido ruminal foi maior. Foram encontrados protozoários dos gêneros *Diplodinium*, *Diploplastron*, *Elitroplastron*, *Entodinium*, *Enoploplastron*,

Eodinium, *Epidinium*, *Isotricha*, *Metadinium*, *Ophryoscolex* e *Polyplastron*, com predominância do gênero *Entodinium* (em torno de 90%). Da subclasse Holotricha foi registrado somente o gênero *Isotricha* que representou em média 1,94% da população. A percentagem de protozoários só variou ($P < 0,05$) para o gênero *Eodinium*, sendo maior em maio de 2005, o que pode ser justificado pelo alto teor de proteína bruta (17,82 %) e de hemicelulose (18,56%) neste mês. Isso indica que, apesar do número médio e total dos protozoários variarem, a população se manteve estável ao longo do ano. Com relação ao horário de coleta, somente o pH, a concentração média do gênero *Entodinium* e o número total de protozoários apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$), sendo maior na hora zero. Os demais gêneros também apresentaram o mesmo comportamento, refletindo assim a estabilidade do ambiente ruminal para animais sem acesso à alimentação noturna. Os protozoários da subclasse Entodiniomorpha apresentam alta correlação positiva ($P < 0,05$) com o nível de nutrientes digestíveis totais e proteína bruta da dieta. Isso reflete a necessidade, pelo microrganismo, de energia e proteína para a síntese (divisão celular) e armazenamento.

Palavras-chave: pH, amônia, eficiência microbiana, Entodiomorphos, Holotricha, Pastagem Nativa

Population diversity of protozoa and ruminal kinetics in sheep's maintained in caatinga

Abstract - The objective of work was determined the number and gender of rumen ciliate protozoa, ruminal parameters and microbial protein synthesis in sheep's created in caatinga. Were determined: chemical composition of extrusa, intake of dry matter (DMI), organic matter (OMI), crude protein (CPI), neutral detergent fiber (NDFI) and total digestible nutrients (TDNI), pH, volatile fat acid, ammonia, estimate of microbial production, turnover, disappearance rate of DM, OM and NDF, number and gender of rumen ciliate protozoa. The experiment was conducted between september 2004 and july 2005. Five castrated sheep of the Santa Inês breed, with permanent ruminal cannula, were used. Sheep's had free access to water and mineral mix. Nutrients intake in function of body weight and metabolic size unit was larger in May of 2005, when there was larger availability forage. Mean value of pH varied of 7.07 (before the feeding) to 6.31 (10 hours after). The *turnover* and disappearance rates didn't present significant difference ($P > 0.05$), and were of 22.56; 22.08 and 21.42 hours and the one of disappearance were of 4.9; 5.0 and 5.1 $\% \cdot h^{-1}$ for DM, OM and NDF, respectively. The concentration of volatile fat acids (VFA) presented variation of the day with lineal behavior ($P < 0.05$) and during the year of study, being lower the months May and July of 2005, however the proportion molar stayed practically unaffected, being on average 75.0:18.6:6.4 for acetate, propionato and butirato, respectively. Ammonia concentration increased ($P < 0.05$) with the collection schedule and it varied on mean from 10.53 to 18.24 mg N-NH₃/100 mL of ruminal liquid, before and 10 hours after the feeding, respectively. Production and microbial efficiency was larger of May of 2005, when the ruminal ammonia concentration was larger. Were registered protozoa of genders *Diplodinium*, *Diploplastron*, *Elitroplastron*, *Entodinium*, *Enoploplastron*, *Eodinium*, *Epidinium*, *Isotricha*, *Metadinium*, *Ophryoscolex* and *Polyplastron*, with predominance of gender *Entodinium* (around 90%). Of Holotricha subclass only registered the gender *Isotricha* that represented 1.94% of population. The

percentage of protozoa only varied ($P < 0.05$) for gender *Eodinium*, being largest in May of 2005, justified for largest content of crude protein (17.82 %) and hemicellulose (18.56%) in this month. This indicates that despite of mean and total number of the protozoa varying, the population stayed stable along the year. With relationship to the schedule of collection, only the pH, the medium number of gender *Entodinium* and total number of protozoa presented significant difference ($P < 0.05$), being larger in zero hour. The other genders also presented the same behavior, thus reflecting the stability of ruminal environment for animals without access to the night feeding. The protozoa of Entodiniomorphid subclass present high positive correlation with level of total digestible nutrients and crude protein of the diet. This reflects the necessity, for microorganism, of energy and protein for synthesis (cellular division) and storage.

Keywords: pH, ammonia, microbial efficiency, Entodiomorphid, Holotrich, Native Pasture

CAPÍTULO I
REFERENCIAL TEÓRICO

**DIVERSIDADE POPULACIONAL E CINÉTICA RUMINAL EM
OVINOS MANTIDOS EM VEGETAÇÃO DE CAATINGA**

INTRODUÇÃO

1. A Caatinga

No semi-árido nordestino, que representa 74% da superfície da região nordeste, o recurso forrageiro de maior expressão tem sido a vegetação da caatinga, cobrindo 54,53% dos 1.548.672 km² da área da região (IBGE, 2005). Essa vegetação é formada por árvores, arbustos de pequeno porte que em sua maioria são caducifólias e por gramíneas e dicotiledôneas herbáceas (Araújo Filho & Silva, 1994).

Acima de 70% das espécies botânicas da caatinga participam da composição da dieta dos ruminantes domésticos. No período chuvoso, as herbáceas perfazem acima de 80% dessa dieta, porém, à medida que a estação seca progride, ocorre aumento da disponibilidade de folhas secas de arbustos e árvores, as quais se tornam cada vez mais importantes na dieta dos animais (Araújo et al., 2001).

O sistema de criação predominante nessa região é o extensivo, com animais criados quase que exclusivamente na caatinga que, apesar da grande diversidade botânica, não atende às necessidades nutricionais destes e, principalmente, não produz a quantidade de biomassa necessária a uma adequada capacidade de suporte, que se agrava drasticamente nos períodos secos (Costa et al., 2004).

Segundo Azócar (2001), nas zonas de clima árido e semi-árido, as áreas utilizadas por ruminantes (principalmente caprinos e ovinos) se caracterizam por estar frequentemente submetidos a grandes variações da disponibilidade e

qualidade de forragem entre anos, estações, devidos às mudanças climáticas, principalmente a precipitação, o que não possibilita manter a produção dos animais somente à pasto.

Nessas áreas, os ovinos, apesar de ter preferência por gramíneas, tendem a ingerir maior número de espécies arbustivas, inclusive leguminosas, mostrando aceitação por um grande número de vegetais. Essa flexibilidade do comportamento alimentar é evidenciada quando da mudança das estações climáticas que, acarretando alterações na disponibilidade das diversas forrageiras, causam mudanças no hábito de pastejo dos ovinos, os quais apresentam diferenças significativas na composição da dieta no período seco e no período chuvoso (Silva, 2001).

Partindo do princípio de que o fator alimentação é o mais importante no desempenho animal, é necessário viabilizar a produção de forragem para os animais ao longo do ano, com qualidade e em quantidade suficiente para a manutenção e produção dos herbívoros domésticos (Peter, 1992). Portanto, para utilização eficiente dos recursos naturais com aceitável nível de desempenho animal e mínimo impacto sobre o ambiente, são necessárias informações concernentes ao animal e à pastagem. Em relação ao primeiro, é preciso conhecimento profundo do hábito alimentar das espécies envolvidas, dos processos digestivos e metabólicos, do valor nutritivo dos alimentos e dos requerimentos nutricionais nas diferentes fases do ciclo produtivo. Quanto ao segundo, ao lado das informações referentes à caracterização botânica e química das pastagens, também se faz necessário o conhecimento da fitomassa pastável

para se definir a capacidade de suporte e o manejo da pastagem, além da estratégia de suplementação, de acordo com o nível de produção desejável (Batista & Mattos, 2004).

2. Valor nutritivo

O valor nutritivo da dieta, que é determinado pela composição química, digestibilidade e consumo, influencia a população dos microrganismos ruminais, interferindo dessa forma no padrão e nos produtos finais da fermentação, uma vez que a celulose e outros polissacarídeos, presentes na parede celular dos vegetais, representam a maior fonte potencial de energia para os animais herbívoros.

A degradação da parede celular pelos ruminantes é conseqüência da simbiose entre estes e os microrganismos anaeróbios presentes no rúmen. Em conseqüência, ocorre produção de ácidos graxos voláteis, proteína microbiana e acentuada redução na quantidade de matéria seca que percorre a porção pós-ruminal do trato digestório (Arcuri et al., 2006).

As estimativas de digestibilidade têm grande valor prático para a alimentação animal, tendo em vista que a digestão incompleta normalmente representa a maior perda no processo da utilização da energia consumida (Rodríguez et al., 2006).

O consumo de forragem de animais em pastejo é de fundamental importância para a produção animal em pastagens. Entretanto, a avaliação do consumo a pasto é bastante complexa, pois devem ser consideradas as inter-

relações solo-planta-animal. O consumo voluntário, principalmente em condições de pastejo, é influenciado por uma integração de muitos fatores inerentes ao animal, à planta, ao ambiente e ao manejo adotado. Fatores como quantidade de forragem disponível, morfologia, valor nutritivo, palatabilidade sazonal, estado fisiológico e sanitário do animal, topografia e temperatura ambiente, entre outros, exercem influência sobre o consumo animal a pasto (Santos, 1997).

As teorias que explicam o controle do consumo voluntário dos ruminantes admitem ser este mecanismo um produto da ação integrada ou isolada de fatores físicos (saciedade física) e fisiológicos (saciedade química). A demanda energética do animal define o consumo de dietas de alta densidade calórica, ao passo que a capacidade física do trato gastrintestinal determina o consumo de dietas de baixo valor nutritivo e baixa densidade energética (Van Soest, 1994).

Dessa forma, para uma completa avaliação do valor nutritivo dos alimentos os efeitos dos processos de consumo, digestão, padrão de fermentação ruminal, absorção e metabolismo animal devem ser considerados, além da sua composição química.

4. Os protozoários ciliados do rúmen

Os protozoários ciliados associados aos fungos e bactérias constituem uma importante fração microbiana do ecossistema ruminal, desempenhando funções bioquímicas e fisiológicas importantes para os ruminantes, principalmente no metabolismo dos nutrientes. A participação destes microrganismos permite maior

aproveitamento de carboidratos estruturais, já que os ruminantes não produzem enzimas que os digerem.

Os protozoários do rúmen foram identificados pela primeira vez por Grugy e Delafond em 1843. Estes pesquisadores notaram que alguns deles ingeriam parte das células vegetais e enquanto os protozoários do rúmen eram ativos e viáveis, os encontrados no abomaso e omaso eram imóveis e em fase de desintegração, e no duodeno havia também células de protozoários. Eles são muito maiores que as bactérias e podem ser vistos facilmente através do microscópio (Silva & Leão, 1979).

Existem fatores que podem influenciar a concentração e composição dos protozoários no rúmen, dentre os quais inclui a composição da dieta, pH, taxa de passagem, frequência e nível de alimentação.

Da microbiota ruminal fazem parte os protozoários ciliados, os fungos e as bactérias. Os protozoários são microrganismos unicelulares, anaeróbios, não patogênicos, que variam em tamanho de 20 a 200 μ m (portanto, cerca de 10 a 100 vezes maior do que as bactérias) (Dehority, 1993) e seu estabelecimento depende especialmente do contato com outros animais que possuem protozoários no seu rúmen.

Os protozoários ciliados do rúmen são divididos geralmente em dois grupos (subclasses): Holotrichas e Entodiniomorphos. Na subclasse Holotricha encontram-se os gêneros *Isotricha*, *Dasytricha*, *Buetschlia* e *Charonina*, que utilizam principalmente carboidratos solúveis; na subclasse Entodiniomorpha, os gêneros *Diplodinium*, *Diploplastron*, *Elitroplastron*, *Entodinium*,

Enoploplastron, *Eodinium*, *Epidinium*, *Eremoplastron*, *Eudiplodinium*, *Metadinium*, *Ophryoscolex*, *Ostracodinium* e *Polyplastron* que ingerem e fermentam materiais fibrosos (Van Soest, 1994; Williams, 1986). Os protozoários contribuem para a nutrição do hospedeiro, tanto pelas suas atividades metabólicas como pela sua degradação pós-ruminal (Williams, 1986).

3. Fermentação ruminal

A fermentação no rúmen, a qual precede a digestão gástrica, faz com que grande proporção dos componentes estruturais das plantas seja convertida a formas que podem ser utilizadas pelos animais (Silva & Leão, 1979). Os produtos finais da fermentação, que são continuamente removidos, incluem ácidos graxos voláteis, metano, gás carbônico, amônia e microrganismos (Church, 1993).

O rúmen proporciona ambiente favorável ao desenvolvimento contínuo da população microbiana, através das seguintes características: manutenção da temperatura entre 38 e 42°C pelos mecanismos termorreguladores do animal; anaerobiose, embora algum oxigênio livre possa às vezes ser encontrado, provavelmente oriundo do alimento ou da água ingeridos; pH, que de modo geral, varia entre 5,5 e 7,0, sendo influenciado pelo tipo de alimento ingerido e sua estabilidade garantida pela saliva, que possui alto poder tampão; suprimento contínuo de alimentos e líquidos bem como absorção e remoção constante dos produtos da fermentação, que fazem com que não se altere o equilíbrio ideal que possibilita a fermentação no rúmen (Silva & Leão, 1979).

Os fatores utilizados como parâmetros para avaliação da fermentação ruminal (pH, ácidos graxos voláteis, amônia, taxa de passagem e proteína microbiana) são determinados pelo nível de consumo do animal, sistema de alimentação, tamanho da partícula, qualidade e proporção da forragem e tipo de carboidrato dos alimentos (Gabarra, 2001).

3.1. pH

O pH tem recebido atenção considerável como mecanismo que explica as reduções na ingestão e digestibilidade de volumosos, principalmente quando há suplementação energética. A diminuição do pH reduz a degradabilidade da proteína, celulose, hemicelulose e pectina, embora com menores efeitos sobre a digestão do amido (Dias et al., 2000).

Segundo Ørskov (1986), a diminuição do pH ruminal ocorre, principalmente, após a ingestão de alimentos, especialmente concentrados, devido à sua rápida taxa de fermentação. Estes ingredientes alimentícios são mais densos e diminuem o tempo destinado a sua ingestão e ruminação, diminuindo assim a quantidade de saliva que entra no rúmen. A menor produção de saliva reduz o poder tampão, a diluição dos ácidos e a taxa de digestão no rúmen. Os ingredientes dos alimentos ou os aditivos que neutralizam ácidos do rúmen ou estimulam a salivação, durante mastigação inicial ou posteriormente durante a ruminação, evitam qualquer oscilação do pH ruminal. Infelizmente, nem todos os tamponantes agem no rúmen, e aqueles que o fazem, em sua maioria alcançam sua máxima atividade imediatamente depois de entrar no rúmen. Entretanto, o

consumo de tamponantes aumenta geralmente a taxa de passagem, o que reduz a disponibilidade de matéria orgânica capaz de ser fermentada para a produção de ácidos no rúmen (Church, 1993).

Com a redução do pH ruminal até aproximadamente 6,0 a digestão da fibra decresce sem influenciar o número de microrganismos fibrolíticos. Dietas contendo elevadas quantidades de concentrado, contribuem com a redução nos valores de pH ruminal para valores ao redor de 5,5, ocorrendo redução do número desses microrganismos, como também da taxa de crescimento, podendo causar inibição na digestão da fibra. Dietas ricas em amido contendo níveis abaixo de 20% de fibra em detergente ácido ou 30% de fibra em detergente neutro tendem a influenciar negativamente o pH ruminal e a digestão da fibra das forragens, contribuindo para a diminuição do consumo de matéria seca. Assim, a inclusão de fontes concentradas que contenham fibra, contribui para o aumento da fibra efetiva da dieta podendo evitar o decréscimo no pH ruminal não afetando diretamente o tempo de colonização (Galati & Ezequiel, 2003).

Como os valores de pH são influenciados diretamente pela dieta, normalmente a sua avaliação é feita em intervalos fixos de tempo antes e após a alimentação, onde o material coletado é imediatamente filtrado e realizado a mensuração.

3.2. Os ácidos graxos voláteis

Os ácidos graxos voláteis (AGV), predominantemente na forma de ácido acético, ácido propiônico e ácido butírico, fornecem a maior parte da energia

absorvida pelos ruminantes, estimada em 50-70% da energia digestível total. Dessa forma, a determinação quantitativa dos processos de fermentação ruminal requer medidas precisas da taxa de produção desses ácidos (Souza, 1999).

As taxas de produção de AGV são controladas principalmente pela disponibilidade de substrato para as bactérias amilolíticas e sacarolíticas. A produção de AGV é rápida quando grandes quantidades de alimento estão disponíveis para digestão. Com dietas à base de forragem, a disponibilidade de carboidratos está limitada através de barreiras impostas pela fibra, de forma que taxa de produção de AGV é mais lenta em combinação com uma taxa constante de absorção, reduzindo assim as concentrações absolutas de AGV (Church, 1993).

Apesar das grandes oscilações na população microbiana e das diferenças no consumo de alimentos, as proporções entre AGV no rúmen são notavelmente estáveis, com proporções molares (moles de acetato:propionato:butirato) normalmente estando próximo 65:25:10 com dietas à base de forragem e 50:40:10 para dietas ricas em concentrado, mas dependente do pH. Com dietas à base de forragem, esta relação é bastante estável devido à lenta digestão da fibra (Church, 1993).

As concentrações totais e proporções individuais dos ácidos graxos voláteis no rúmen é uma indicação do estado animal. Fermentações que dão proporções altas de ácido propiônico (25-35%) são desejáveis desde que estes padrões de fermentação sejam energeticamente muito eficientes. O nível de AGV total também é indicativo de taxa de fermentação total (Preston, 1995). Por isso, a

análise de AGV é um parâmetro importante para avaliar as condições ruminais, e devido à sua interação com a dieta e o pH, este parâmetro é também avaliado em intervalos definidos de tempo após a alimentação, sendo a primeira avaliação antes do fornecimento de alimento.

3.3. Amônia ruminal

A amônia no rúmen pode ser oriunda da desaminação da proteína dietética, do nitrogênio não-protéico e da uréia originária tanto da saliva como aquela que penetra, por difusão, pela parede do rúmen através do sangue (Dukes, 2004). A utilização de nitrogênio no rúmen depende fundamentalmente da presença de carboidratos, que através do fornecimento de energia e carbono, possibilitam a fixação dessa amônia, reduzindo a sua perda através da absorção pelo rúmen, contribuindo assim para o aumento da síntese de proteína microbiana (Silva e Leão, 1979).

Os microrganismos ruminais, segundo Russel et al. (1992), são agrupados em duas categorias: os que fermentam carboidratos estruturais e utilizam apenas amônia como fonte de nitrogênio e os que fermentam carboidratos não-estruturais que têm crescimento mais rápido e utilizam tanto amônia como peptídeos e aminoácidos como fonte de N, além de produzirem amônia. Portanto, a concentração de nitrogênio amoniacal é indispensável para o crescimento microbiano.

A concentração de amônia no rúmen é também um dos fatores mais importantes que determinam a taxa e eficiência de digestão de alimentos fibrosos

(Preston, 1995). Van Soest (1994) relatou que o suprimento de N no rúmen promove o crescimento microbiano até o limite das exigências dos microrganismos.

A concentração ideal de amônia no rúmen varia, segundo Preston & Leng (1987), de 5 a 25 mg/100 ml de fluido ruminal. Por outro lado, Satter & Slyter (1974) estabeleceram que 5 mg N/100 mL de fluido ruminal seriam o mínimo ideal para a ocorrência de máxima fermentação microbiana ruminal. Contudo, cabe ressaltar a informação de Silva & Leão (1979) de que o nível ótimo de amônia no rúmen dependerá da energia disponível para a microbiota ruminal.

Segundo Van Soest (1994), o aumento no consumo de alimentos proporciona maior escape de N microbiano e dietético para o duodeno, possivelmente, em virtude do aumento das taxas de passagem e de renovação.

3.4. Tempo de renovação e taxa de desaparecimento

À medida que entram no rúmen, as partículas alimentares são distribuídas conforme seu tamanho e a sua densidade, e a forma como se dá essa distribuição depende do tamanho do corte ou da moagem do alimento processado, do teor de umidade, da composição química e da atividade de mastigação pelo animal. Partículas de tamanho superior a um determinado limite terão que ser reduzidas antes de escaparem do rúmen-retículo, sendo esse limite bastante variável. A partir da análise fecal, tem-se postulado que as partículas alimentares maiores que 2,0 mm para ovinos e 4,0 mm para bovinos tem baixa probabilidade de deixarem o rúmen-retículo (Allen & Mertens, 1988 citados por Bezerra et al.,

2004).

A saída das partículas alimentares do retículo-rúmen é determinada, principalmente, pelo tamanho e pela densidade dessas partículas (Church, 1993), que estão, por sua vez, intrinsecamente associados à degradabilidade do alimento oferecido. O destino do alimento é determinado, em última análise, pelas taxas de fermentação e de passagem (Waldo & Smith, 1972 citados por Bezerra et al., 2004). A taxa de fermentação é uma propriedade inerente ao alimento, enquanto a taxa de passagem pode ser regulada pela ingestão de alimento, pelo processamento ou pelo tamanho da partícula e pelo tipo de alimento que está sendo consumido (Russell et al., 1992).

A interação entre fermentação e taxa de passagem, entretanto, é bastante complexa e muitos pesquisadores vêm tentando desenvolver modelos matemáticos sobre esses processos dinâmicos que ajudem a compreender melhor a atividade gastrintestinal e a eficiência digestiva. É importante observar que o crescimento microbiano é essencialmente limitado pela taxa de fermentação, que, por sua vez, é limitada pela composição e estrutura do alimento oferecido (Van Soest, 1994), especialmente no que concerne à quantidade e qualidade da fibra presente nesse alimento.

A taxa de passagem no rúmen é uma variável de grande importância, pois determina o fluxo de digesta pelo trato gastrintestinal que, no caso de forrageiras tropicais, detém valores baixos devido principalmente ao alto teor de fibra (Mertens & Ely, 1982; Faichney, 1993, citados por Soares et al., 2001).

O tempo de retenção no rúmen representa o tempo em que o alimento permanece no rúmen sofrendo a ação dos microorganismos para a redução do tamanho das partículas alimentares, sendo um parâmetro inversamente correlacionado com a taxa de passagem no rúmen (Grofum & Williams, 1973, citados por Soares et al., 2001).

As bactérias precisam de um tempo de geração menor que o tempo de renovação da digesta ruminal para que a população possa ser mantida no rúmen (Church, 1993). Uma vez que a taxa de passagem da fase sólida é muito menor que a da fase líquida no rúmen, as espécies de crescimento lento têm de se aderir às partículas do material para que não sofram lixiviação e remoção do rúmen (Van Soest, 1994). Este fato tem especial importância para dietas à base de forragens cujo tempo de permanência no rúmen é maior. A maior permanência facilita a colonização e a digestão da parede celular (Bondi, 1988 citado por Bezerra et al., 2004), tornando a taxa de passagem importante fator para o crescimento microbiano.

3.5 Síntese de proteína microbiana

A proteína microbiana contribui com 50% ou mais dos aminoácidos disponíveis para absorção no intestino delgado, sendo considerada fonte de boa qualidade, com relação à sua digestibilidade intestinal e ao seu perfil em aminoácidos, que se assemelha aos dos tecidos e da proteína do leite. Desta forma, tem sido objetivo da nutrição de ruminantes, maximizar o fluxo desta para o intestino destes animais (Valadares Filho & Cabral, 2002).

O crescimento microbiano no rúmen é influenciado pela interação de

fatores químicos, fisiológicos e nutricionais. A disponibilidade e sincronização entre energia e compostos nitrogenados (N) no rúmen têm sido reconhecidas como os mais importantes fatores que influenciam a síntese de proteína microbiana (Russell et al., 1992).

Segundo Sniffen et al. (1992) a produção de proteína microbiana é resultado da eficiência microbiana (g de N bacteriano/kg de matéria orgânica verdadeiramente digerida no rúmen) multiplicada pela quantidade (em kg) de matéria orgânica verdadeiramente digerida no rúmen (MOVD). Os lipídeos e a proteína que estão contidos na matéria orgânica contribuem com pouca energia para os microrganismos, e desta maneira, há a sugestão de que o mais correto seria que a eficiência microbiana fosse expressa em função da digestão de carboidratos no rúmen. Sendo assim, Russell et al. (1992) afirmam que a produção microbiana (g de N) passa a ser resultado de substrato fermentado no rúmen (carboidrato) e da eficiência microbiana (g de N/kg de carboidrato fermentado).

Considerando a importância da proteína microbiana para o metabolismo protéico dos ruminantes, a quantificação do seu fluxo sob diferentes condições dietéticas é de fundamental importância para o atendimento dos requisitos em aminoácidos absorvidos nos intestinos a partir da equação dietética. Com este propósito, vários indicadores microbianos (bases purinas, ácido 2,6 diaminopimélico-DAPA, ^{35}S , ^{15}N) têm sido utilizados e cada um apresenta vantagens e limitações (Valadares Filho & Cabral, 2002).

Entretanto, o uso de marcadores internos ou externos requer o preparo

cirúrgico dos animais para implante da cânula no rúmen e no duodeno, uma vez que são necessárias infusões ruminais do marcador, no caso do marcador externo, e a coleta de amostras da digesta para determinação da relação marcador/proteína microbiana (Church, 1993). Além disso, em relação aos marcadores radioativos (^{35}S , ^{15}N), são necessárias precauções adicionais no manejo com os animais.

A excreção urinária dos derivados de purina vem sendo utilizada como alternativa a estes métodos. Seu princípio é que os ácidos nucleicos que deixam o rúmen são de origem microbiana, devido ao fato de que os alimentos ingeridos pelos ruminantes possuem baixo teor de purina, sendo a maioria degradada no rúmen como resultado da fermentação microbiana. Purinas de ácidos nucleicos absorvidos são degradadas e excretadas na urina como seus derivados: xantina, hipoxantina, ácido úrico e alantoína. Estes quatro estão presentes na urina de caprinos, ovinos, cervídeos e lhamas, enquanto que somente o ácido úrico e a alantoína são excretados por bovinos e bubalinos.

Outra inovação na estimativa da proteína microbiana é a possibilidade de estimar o volume urinário com uma única amostra de urina, denominada “spot”, e geralmente obtido quatro horas após a alimentação, conforme descrito por Valadares et al. (1999), que concluíram que o volume urinário estimado a partir de uma amostra “spot” para determinação de derivados de purina e de produção de proteína microbiana, resultou em estimativas próximas daquelas obtidas com coleta total de urina durante 24 horas.

Existem diferenças específicas no metabolismo das purinas. Vale salientar que são necessárias diferentes equações para cada espécie animal. Até

agora, apenas as equações para ovinos e bovinos foram desenvolvidas e validadas, ressaltando-se, entretanto, que foram desenvolvidas para animais europeus. Resultados recentes afirmam que a excreção de derivados de purina por animais tropicais é relativamente menor (Chen & Gomes, 1992; Tamminga & Chen, 2000).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, G.G.L., ALBUQUERQUE, S.G. de, GUIMARÃES FILHO, C. Opções no uso de forrageiras arbustivo-arbóreas na alimentação animal no semi-árido do Nordeste. In: CARVALHO, M. M., ALVIM, M. J. E CARNEIRO, J. C. **Sistemas Agroflorestais Pecuários: Opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais**, Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado de Leite; Brasília: FAO, 2001. p.111-137.

ARAÚJO FILHO, J.A.; SILVA, N.L. Alternativas para o aumento da produção de forragem na caatinga. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 5., 1994. Salvador. **Anais...** Sociedade Nordestina de Produção Animal, 1994. p.121-133.

ARCURI, P. B.; LOPES, F. C. F; CARNEIRO, J. C. Microbiologia do rúmen. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 183-228.

AZÓCAR, P. Utilización de paletas de tuna (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller) en la alimentación de rumiantes. **Avances en Producción Animal**. V. 26, n.1 e 2, p. 3-14.

BATISTA, A. M. V., MATTOS, C. W. 2004. Aspectos Nutricionais de Pequenos Ruminantes no Semi-Árido. In: I SIMPÓSIO SOBRE CONSERVAÇÃO DE RECURSOS GENÉTICOS, RAÇAS NATIVAS PARA O SEMI-ÁRIDO. **Anais...** Recife-PE.

BEZERRA, E. S., QUEIROZ, A. C., BEZERRA, A. R. G. F., PEREIRA, J. C., PAULINO, M. F. Perfil granulométrico da fibra dietética sobre o tempo médio de retenção e a digestibilidade aparente de dietas para vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6 (Supl. 3), p.2378-2386, 2004.

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**. International Feed Resources Unit Rowett Research Institute. Aberdeen, UK. (Occasional publication). 21p., 1992.

CHURCH, D.C. **El ruminante: fisiología digestiva y nutrición**. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 1993. 641 p.

COSTA, R. G., MEDEIROS, A. N., GONZAGA NETO, S., OLIVEIRA, R. J. F. Qualidade da carcaça e da carne de caprinos e ovinos. In: I SIMPÓSIO SOBRE CONSERVAÇÃO DE RECURSOS GENÉTICOS, RAÇAS NATIVAS PARA O SEMI-ÁRIDO. **Anais...** Recife-PE, 2004.

DEHORITY, B. A. **Laboratory manual for classification and morphology of rumen ciliate protozoa.** Boca Raton, Fla: CRC Press. 1993. 325p.

DIAS, H. L. C., VALADARES FILHO, S. C., SILVA, J. F. C, PAULINO, M. F., CECON, P. R., VALADARES, R. F. D., RENNÓ, L. N., COSTA, M. A. L. Eficiência de síntese microbiana, pH e concentrações ruminais de amônia em novilhos F1 Limousin x Nelore alimentados com dietas contendo cinco níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 2, p. 555-563, 2000.

DUKES, H. H. **Duke's physiology of domestic animals.** 12^a ed. Cornell University Press. 999p, 2004.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA – **Mapa de Biomas e de Vegetação.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acessado em 30/10/2005.

GABARRA, P. R. **Digestibilidade de nutrientes e parâmetros ruminais e sanguíneos de novilhos Nelore alimentados com fontes protéicas e energéticas com diferentes degradabilidades ruminais.** Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2001. 94p.:il.

GALATI, R. L.; EZEQUIEL, J. B. **Reflexos da avaliação nutricional dos alimentos sobre a produção animal.** [Online] URL: http://www.serrana.com.br/n_boletins.asp?Tipo=n&id=58, 01/10/2003. Acesso em: 02/06/2004

ORSKOV, E. R. Starch digestion and utilization in ruminants. **Journal of Animal Science**, 63(6):1624-1633, 1986.

PETER, A. M. B. **Composição botânica e química da dieta de bovinos, caprinos e ovinos em pastejo associativo na Caatinga nativa do Semi-Árido de Pernambuco.** Dissertação (Mestrado em Produção Animal) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 1992. 86p.

PRESTON, T. R. **Tropical animal feeding. A manual for research workers.** Rome: FAO, 1995. <http://www.fao.org/docrep/003/v9327e/V9327E00.htm#TOC>. Acesso em 02/06/2003

PRESTON, T. R., LENG, R. A. **Ruminant production systems.** Queensland, Austrália. 1987.245p.

RODRÍGUEZ, N. M.; SALIBA, E. O. S.; GUIMARÃES JÚNIOR, R. Uso de indicadores para estimativa de consumo a pasto e digestibilidade. In: 43^a

REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Anais...** SBZ, João Pessoa-PB, 2006.

RUSSEL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p. 3551-3561, 1992.

SANTOS, M. V. F. **Métodos Agronômicos para estimativa de consumo e de disponibilidade de forragem na Zona da Mata**. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997. 155p.

SATTER, L. D.; SLYTER, L. L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British Journal Nutrition**, v.32, n.2, p.199-208, 1974.

SILVA, H. G. O. 2001. Criação de ovinos à pasto. In: I SEMANA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UESB. **Anais...** UESB, Itapetinga-BA.

SILVA, J. F. C.; LEÃO, M. I. **Fundamentos da nutrição de ruminantes**. Piracicaba, SP, Ed. Livroceres, 380p. 1979.

SNIFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein for evaluating cattle diets, II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3562-3577, 1992.

SOARES, J. P. G., AROEIRA, L. J. M., VERNEQUE, R. S., PEREIRA, O. G., MARTINS, C. E., VALADARES FILHO, S. C., FERREIRA, W. J. Estimativas do consumo e da taxa de passagem do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) sob pastejo de vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n. 6 (Supl), p. 2183-2191, 2001.

SOUZA, N. H. **Efeitos de níveis crescentes de fibra em detergente neutro na dieta sobre a fermentação e digestão ruminal em bubalinos e bovinos**. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 1999.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Comstock Publ. Assoc, 1994. 476p.

TAMMINGA, S.; CHEN, X.B. Animal-based techniques for the estimation of protein value. In: GIVENS, D.I.; OWEN, E.; AXFORD, R.F.E.; OMED, H.M. (Ed.) **Forage evaluation in ruminant nutrition**. Wallingford: CAB Publishing, 2000.

VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G.A.; VALADARES FILHO, S.C. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis

estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.1, p.2686-2696, 1999.

VALADARES FILHO, S. C; CABRAL, L. S. Aplicação dos princípios de nutrição de ruminantes em regiões tropicais. In: 39^a REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, RECIFE-PE, 2002. **Anais de Palestras**, SBZ, 2002.

WILLIAMS, A. G. 1986. Rumen Holotricha Ciliate Protozoa. Hannah Research Institute, Scotland. **Microbiological Reviews**, v. 50, p. 25-49, n. 1.

CAPÍTULO II

AVALIAÇÃO DA POPULAÇÃO DOS PROTOZOÁRIOS CILIADOS NO RÚMEN DE OVINOS CRIADOS NA CAATINGA

Avaliação da população dos protozoários ciliados no rúmen de ovinos criados na caatinga

Resumo - O objetivo deste trabalho foi determinar o número e gênero de protozoários ciliados no rúmen de ovinos criados na caatinga antes da alimentação e quatro horas após. Foram coletados 10 mL de fluido ruminal fixados em 10 mL de formalina a 10 %. Após contagem e identificação dos gêneros, as variáveis foram submetidas à análise de variância, as médias comparadas pelo teste de Tukey e realizado o teste de correlação simples entre protozoários e a composição química da dieta. Foram encontrados protozoários dos gêneros *Diplodinium*, *Diploplastron*, *Elitroplastron*, *Entodinium*, *Enoploplastron*, *Eodinium*, *Epidinium*, *Isotricha*, *Metadinium*, *Ophryoscolex* e *Polyplastron*, com predominância do gênero *Entodinium* (em torno de 90%). Da subclasse Holotricha foi registrado somente o gênero *Isotricha* que representou em média 1,94% da população. A percentagem de protozoários só variou ($P < 0,05$) para o gênero *Eodinium*, sendo maior em maio de 2005, o que pode ser justificado pelo alto teor de proteína bruta (17,82 %) e de hemicelulose (18,56%) neste mês. Isso indica que, apesar do número médio e total dos protozoários variarem, a população se manteve estável ao longo do ano. Com relação ao horário de coleta, somente o pH, a concentração média do gênero *Entodinium* e o número total de protozoários apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$), sendo maior na hora zero. Os demais gêneros também apresentaram o mesmo comportamento, refletindo assim a estabilidade do ambiente ruminal para animais sem acesso à alimentação noturna. Os protozoários da subclasse Entodiniomorpha apresentam alta correlação positiva ($P < 0,05$) com o nível de nutrientes digestíveis totais e proteína bruta da dieta. Isso reflete a necessidade, pelo microrganismo, de energia e proteína para a síntese (divisão celular) e armazenamento.

Palavras-chave: Entodiomorphos, Holotricha, Pastagem Nativa

Evaluation of population of rumen ciliate protozoa in sheeps created in caatinga

Abstract - The objective of work was determined the number and gender of rumen ciliate protozoa in sheeps created in caatinga, before and four hours after feeding. Were collected 10 mL of ruminal fluid fixed in 10 mL of 10% formalin. After counting and identification of genders, the variables were submitted to analysis variance, the means compared by Tukey test and accomplished of simple correlation test between protozoa and chemical composition of diet. Were registered protozoa of genders *Diplodinium*, *Diploplastron*, *Elitroplastron*, *Entodinium*, *Enoploplastron*, *Eodinium*, *Epidinium*, *Isotricha*, *Metadinium*, *Ophryoscolex* and *Polyplastron*, with predominance of gender *Entodinium* (around 90%). Of Holotricha subclass only registered the gender *Isotricha* that represented 1.94% of population. The percentage of protozoa only varied ($P < 0.05$) for gender *Eodinium*, being largest in May of 2005, justified for largest content of crude protein (17.82 %) and hemicellulose (18.56%) in this month. This indicates that despite of mean and total number of the protozoa varying, the population stayed stable along the year. With relationship to the schedule of collection, only the pH, the medium number of gender *Entodinium* and total number of protozoa presented significant difference ($P < 0.05$), being larger in zero hour. The other genders also presented the same behavior, thus reflecting the stability of ruminal environment for animals without access to the night feeding. The protozoa of Entodiniomorphid subclass present high positive correlation with level of total digestible nutrients and crude protein of the diet. This reflects the necessity, for microorganism, of energy and protein for synthesis (cellular division) and storage.

Keywords: Entodiomorphid, Holotrich, Native Pasture

Introdução

O ruminante é dependente da fermentação dos componentes de seu alimento pelos microrganismos do rúmen (Williams, 1986) que desempenham funções bioquímicas e fisiológicas importantes, permitindo maior aproveitamento de carboidratos estruturais, já que os ruminantes não produzem enzimas que os digerem. A microbiologia do rúmen é complexa devido ao grande número de organismos presentes, sendo que a mudança na população é resultante da mudança na dieta do ruminante (Teixeira, 1992).

O rúmen proporciona ambiente favorável ao desenvolvimento contínuo da população microbiana, através da manutenção da temperatura entre 38 e 42°C pelos mecanismos termorreguladores do animal; anaerobiose, embora algum oxigênio livre possa às vezes ser encontrado, provavelmente oriundo do alimento ou da água ingeridos; o pH, que de modo geral, varia entre 5,5 e 7,0, sendo influenciado pelo tipo de alimento ingerido e sua estabilidade garantida pela saliva, que possui alto poder tampão; suprimento contínuo de alimentos e líquidos bem como absorção e remoção constante dos produtos da fermentação, que fazem com que não se altere o equilíbrio ideal que possibilita a fermentação no rúmen (Silva & Leão, 1979).

Da microbiota ruminal fazem parte os protozoários ciliados, os fungos e as bactérias. Os protozoários do rúmen são microrganismos unicelulares, anaeróbios, não patogênicos, que variam em tamanho de 20 a 200µm, sendo cerca de 10 a 100 vezes maior do que as bactérias (Dehority, 1993).

Os protozoários ciliados do rúmen são divididos geralmente em dois grupos (subclasses): Holotricha e Entodiniomorpha. Na sub-classe Holotricha encontram-se os gêneros *Isotricha*, *Dasytricha*, *Buetschlia* e *Charonina*, que utilizam principalmente carboidratos solúveis e na sub-classe Entodiniomorpha os gêneros *Diplodinium*, *Diploplastron*, *Elitroplastron*, *Entodinium*, *Enoploplastron*, *Eodinium*, *Epidinium*, *Eremoplastron*, *Eudiplodinium*, *Metadinium*, *Ophryoscolex*, *Ostracodinium* e *Polyplastron* que ingerem e fermentam materiais fibrosos (Van Soest, 1994; Williams, 1986). Os protozoários não contribuem à nutrição do hospedeiro só pelas suas atividades metabólicas, mas também pela sua degradação pós-ruminal (Williams, 1986).

A dieta provavelmente é o fator mais importante que influi sobre o número e proporções relativas das distintas espécies de protozoários que existem no rúmen. A mudança na dieta impõe ao animal um período de transição na população microbiana do rúmen, com mudanças nas proporções entre as distintas espécies para dar um novo equilíbrio e se adaptar melhor à nova dieta (Williams, 1986).

Essas mudanças podem ocorrer no rúmen de ovinos criados na caatinga, onde a mudança das estações climáticas acarreta alterações na disponibilidade das diversas forrageiras, causando mudanças no hábito de pastejo dos ovinos, que apresentam diferenças significativas na composição da dieta no período seco e no período chuvoso (Silva, 2001), devido à alteração na disponibilidade de forragem.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi determinar o número, composição percentual e gênero de protozoários ciliados no rúmen de ovinos criados na caatinga antes da alimentação e quatro horas após, bem como a correlação dos gêneros identificados com os constituintes da dieta, durante o período de um ano.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido nas dependências da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA, localizado no município de Sertânia, localizada a latitude 08°04'25" sul, longitude 37°15'52" oeste, altitude de 600 metros, microrregião do Moxotó, em ecossistema de caatinga, com clima semi-árido quente, temperatura anual média de 25°C, precipitação acumulada no período de avaliação de 520 mm, tendo de março a junho como os principais meses chuvosos (dados coletados na estação).

A área experimental perfazia 37 há (Anexo 1) e sua caracterização foi realizada por Santos (2007), em trabalho paralelo a este, que a definiu como vegetação complexa. Na área foram encontradas 87 espécies vegetais sendo 35 herbáceas, 25 arbustivas, 17 arbóreas e 10 cactáceas, pertencentes a 35 famílias. As famílias que apresentaram maior número de espécies foram a Euphorbiaceae (9), Malvaceae (8), Leguminosae (8) e Poaceae (6), contribuindo com aproximadamente 36% do total de espécies encontradas. Os valores apresentados na Tabela 1 mostram que a disponibilidade de forragem e composição percentual de herbáceas e arbóreas variou ao longo do ano, bem como a precipitação pluviométrica.

Tabela 1. Precipitação pluviométrica e disponibilidade de forragem durante o período experimental

Table 1. Pluviometric precipitation and forage disponibility around experimental period

Variável	Set/04	Nov/04	Jan/05	Mar/05	Mai/05	Jul/05
Precipitação pluviométrica						
mm/mês	2,00	17,00	39,00	173,00	45,60	36,00
acumulado	873,00	890,00	39,00	234,00	344,60	492,10
Disponibilidade de forragem						
Herbáceas, kg de MS	1021,72	694,93	594,53	473,77	869,93	400,73
Herbáceas, % do total	48,7	68,8	68,3	57,9	39,2	42,4
Arbustivas, kg de MS	1077,46	314,61	276,56	344,75	1347,84	544,98
Arbustivas, % do total	51,3	31,2	31,7	42,1	60,8	57,6
Total	2099,18	1009,54	871,09	818,52	2217,77	945,71

Fonte: Santos, 2007

As avaliações foram realizadas de setembro de 2004 a julho de 2005, totalizando seis coletas (Anexo 2), nas quais foram analisadas tanto a composição química da dieta como o conteúdo ruminal de ovinos.

Para a avaliação do conteúdo ruminal, foram utilizados cinco ovinos mestiços de Santa Inês, castrados, com fístula permanente no rúmen e peso vivo médio de 30 kg. As pesagens dos animais foram feitas no primeiro dia de cada período de coleta. Os animais foram mantidos em uma área de pasto nativo (caatinga), tendo acesso livre à água e mistura mineral, e permaneciam soltos diariamente na área das 7 às 17 horas, quando eram recolhidos e presos em baia coletiva contendo uma parte coberta construída em alvenaria e outra de chão batido, sem cobertura, com água e mistura mineral à vontade.

A determinação da composição química da dieta foi feita através da análise da extrusa coletada no rúmen. Para isso, os animais tinham o rúmen esvaziado,

através de cânula ruminal, e eram soltos na caatinga por uma hora. Em seguida todo material ingerido (extrusa) era coletado, pesado, identificado e armazenado. Este procedimento foi realizado em quatro dias alternados, sendo duas manhãs e duas tardes. O conteúdo esvaziado era acondicionado em baldes tampados e identificado por animal, para serem devolvidos ao rúmen após a coleta.

Na extrusa foram determinados os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), segundo as metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002); fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), celulose (CEL), lignina (LIG), segundo Van Soest et al. (1991); proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), segundo metodologia descrita por Licitra et al. (1996). Foram, também, calculados os teores de carboidratos totais ($\%CHOT = 100 - (PB + EE + MM)$), de Nutrientes Digestíveis Totais ($\%NDT = PBd + EEd*2,25 + CHOTd$, onde d=digestível) (Sniffen et al., 1992) e de carboidratos não-fibrosos ($CNF = 100 - (\%PB + (\%FDN - \%PIDN) + \%EE + \%MM)$) (Hall, 2001). Os resultados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Valores médios e desvio padrão da composição da dieta de ovinos criados na caatinga

Table 2. Mean values and standard deviation of the diet of sheep's created in caatinga

Variáveis <i>Variables</i>	Setembro/2004 <i>September/2004</i>	Novembro/2004 <i>November/2004</i>	Janeiro/2005 <i>January/2005</i>	Março/2005 <i>Mach/2005</i>	Mai/2005 <i>May/2005</i>	Julho/2005 <i>July/2005</i>	CV
Matéria Seca, % (<i>Dry Matter, %</i>)	22,78±1,99 ab	25,05±1,09a	22,48±1,08ab	20,12±1,59bc	13,59±0,53 d	15,70±2,69cd	12,90
Matéria Orgânica, % (<i>Organic Matter, %</i>)	89,08±1,40 a	87,94±0,78 ab	89,11±0,77 a	86,45±1,35 b	86,81±1,80 ab	88,95±1,66 a	1,54
Proteína Bruta, % (<i>Crude Protein, %</i>)	13,64±1,77 c	10,74±1,06d	13,64±1,37bc	14,71±1,40bc	17,82±2,36 a	16,53±1,64ab	11,46
Extrato Etéreo, % (<i>Ether Extract, %</i>)	3,23±0,58 b	4,11±1,72 ab	5,23±0,72 a	3,41±0,95 b	3,11±0,42 b	3,15±0,32 b	24,30
Fibra em Detergente Neutro, % (<i>Neutral Detergent Fiber, %</i>)	63,70±2,60 a	63,92±3,85a	61,72±1,62ab	57,61±3,37b	61,46±3,72 ab	63,21±3,40a	4,86
Fibra em Detergente Ácido,% (<i>Acid Detergent Fiber, %</i>)	46,23±4,42	46,85±1,85	45,53±3,07	43,20±4,85	42,89±3,90	42,51±5,95	9,47
Hemicelulose, % (<i>Hemicellulose, %</i>)	17,64±2,77 ab	17,07±2,76 ab	16,19±2,36 b	14,41±2,89 b	18,56±2,97 a	18,67±0,60 a	18,47
Celulose, % (<i>Cellulose, %</i>)	26,21±3,15	24,91±1,09	24,00±1,77	23,64±2,41	22,91±2,08	23,01±2,25	9,43
Lignina,% (<i>Lignin, %</i>)	4,55±1,22 c	6,12±0,63 bc	13,01±1,41 a	11,07±1,84 a	10,63±2,19 a	10,04±5,30 ab	28,06
PIDN,%* (<i>NDIP, %</i>)	6,66±0,54 c	4,99±0,67 d	6,28±0,72 cd	6,97±0,87 bc	8,91±1,28 a	8,16±1,06 ab	12,53
PIDA, %* ¹ (<i>ADIP, %</i>)	4,28±0,44 ab	3,21±0,48 b	3,92±0,54 ab	4,39±0,95 ab	4,53±0,86 a	4,57±1,01 a	17,62
Carboidratos Totais, % (<i>Total Carbohydrates, %</i>)	72,20±1,82 a	73,10±2,82 a	70,24±1,29 ab	68,34b±1,10 c	65,87±2,47 c	69,27±3,25 abc	3,21
Carboidratos não-fibrosos, % (<i>Non fibrous carbohydrates, %</i>)	15,16±2,53	14,17±6,10	14,80±1,10	17,71±2,34	13,32±3,70	12,80±1,82	22,49
Nutrientes Digestíveis Totais, % (<i>Total Digestibles Nutrients, %</i>)	50,0±3,11a	42,77±3,32 a	46,30±4,54 a	49,06±1,17a	48,13±7,34 a	47,27±7,12 a	10,25

*Proteína Insolúvel em Detergente Neutro (*Neutral Detergent Insoluble Protein*)*¹Proteína Insolúvel em Detergente Neutro (*Neutral Detergent Insoluble Protein*)

Médias seguidas por letras distintas, nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey (5%)

A contagem e determinação dos gêneros de protozoários foram realizadas através da técnica descrita por Dehority (1984) e Ogimoto e Imai (1981), respectivamente. Para isso, antes da alimentação e 4 horas após, foram coletados 10 mL de líquido ruminal, filtrado em gaze e foi preservado em 10 mL de formalina a 10%. A identificação específica e a quantificação dos gêneros de ciliados foram feitas em câmara Sedgewick-Rafter, segundo Dehority (1984) com modificação proposta por D'Agosto e Carneiro (1999). Os resultados das contagens expressam o número de ciliados/mL de conteúdo ruminal.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foi realizado também teste de correlação entre os gêneros e o número total de protozoários em função da composição química da dieta. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o Sistema para Análises Estatísticas (SAEG, 2007).

Resultados e Discussão

Na Tabela 3 são apresentados os valores médios de pH, concentração e composição percentual dos gêneros de protozoários encontrados antes da alimentação e quatro horas após.

O pH do fluido ruminal apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) entre os meses de coleta, com valor médio de 6,55 (Tabela 3). Uma vez que a dieta era composta exclusivamente por forragens, os valores de pH encontrados foram os esperados, pois é fato conhecido que proporcionam maior tempo de ruminação, conseqüentemente maior insalivação. Como a saliva é rica em substâncias tamponantes (bicarbonato de sódio) fica claro o entendimento de tais resultados.

Foram encontrados protozoários dos gêneros *Diplodinium*, *Diploplastron*, *Elitroplastron*, *Entodinium*, *Enoploplastron*, *Eodinium*, *Epidinium*, *Isotricha*, *Metadinium*, *Ophryoscolex* e *Polyplastron*.

Dentre os protozoários da sub-classe Holotricha, foi encontrado apenas o gênero *Isotricha*, compreendendo em média apenas 1,94% do total dos protozoários encontrados. A predominância de microrganismos da subclasse Entodiniomorpha é justificável pelo tipo de dieta fornecida aos animais, já que os entodiniomorphos ingerem e fermentam materiais fibrosos (Williams, 1986).

Tabela 3. Concentração média ($\times 10^4$) de protozoários por mL de líquido ruminal (nº/mL) e percentagem (%) dos gêneros de protozoários ciliados no rúmen de ovinos criados na caatinga no período de setembro de 2004 a Julho de 2005, antes da alimentação (0 h) e quatro horas após (4 h)

Table 3. Average concentration ($\times 10^4$) of protozoa for mL of ruminal liquid (nº . mL⁻¹) and percentage (%) of genders of rumen ciliate protozoa in sheeps created in caatinga in the period of September from 2004 to July of 2005, before the feeding (0 h) and four hours after (4 h)

Gênero		Meses						CV	Horário de coleta		CV
		Set/04	Nov/04	Jan/05	Mar/05	Mai/05	Jul/05		0 h	4 h	
pH		6,86a	6,80b	6,83a	6,59b	6,56b	6,98a	2,26	7,07 a	6,49 b	3,24
<i>Diplodinium</i>	nº/mL	0,027	0,050	0,150	0,050	0,233	0,333	143,79	0,21	0,17	143,02
	%	1,70	0,94	0,90	0,14	0,47	0,46	189,69	0,66	0,98	180,50
<i>Diploplastron</i>	nº/mL	0,087	0	0,050	0	0,017	0,017	278,31	0,058	0,005	287,04
	%	0,51	0	0,22	0	0,04	0,03	299,40	0,29	0,01	319,80
<i>Elitroploastron</i>	nº/mL	0,013	0	0	0	0	0,017	443,51	0,011	0	423,61
	%	0,09	0	0	0	0	0,02	570,01	0,04	0	540,79
<i>Enoploplastron</i>	nº/mL	0	0	0,017	0,083	0,100	0,017	198,58	0,047	0,021	238,14
	%	0	0	0,09	0,27	0,14	0,03	248,65	0,09	0,08	255,96
<i>Entodinium</i>	nº/mL	12,25c	6,05c	14,68c	29,73bc	45,92ab	63,02a	55,31	34,86 a	20,64 b	91,45
	%	89,37	96,93	94,62	93,88	90,91	95,68	5,10	93,57	93,12	5,34
<i>Eodinium</i>	nº/mL	0,150b	0b	0,050b	0,25b	3,25a	2,12a	148,33	1,22	0,632	195,26
	%	0,84b	0b	0,42b	0,75b	6,12a	2,73b	94,26	1,70	1,82	145,63
<i>Epidinium</i>	nº/mL	0,287ab	0,017b	0,333ab	0,533ab	1,083a	0,583ab	118,11	0,642	0,284	130,99
	%	1,75	0,14	1,67	1,53	1,87	0,77	115,11	1,70	0,92	113,52
<i>Isotricha</i>	nº/mL	0,225b	0,133b	0,300b	0,967a	0,117b	0,050b	99,03	0,31	0,28	135,65
	%	4,61	1,99	1,68	2,97	0,31	0,06	209,17	1,22	2,94	207,61
<i>Metadinium</i>	nº/mL	0,163	0	0	0,100	0,017	0,050	256,67	0,100	0,021	265,78
	%	1,08	0	0	0,33	0,05	0,06	342,03	0,523	0,069	348,95
<i>Ophryoscolex</i>	nº/mL	0	0	0,083	0,033	0,067	0,083	131,74	0,058	0,026	159,89
	%	0b	0b	0,41a	0,13ab	0,09ab	0,16ab	234,49	0,177	0,071	196,29
<i>Polyplastron</i>	nº/mL	0,013	0	0	0	0	0	645,40	52,63	0	616,44
	%	0,06	0	0	0	0	0	645,40	0,023	0	616,44
Total	nº/mL	13,46c	6,25c	15,67c	31,75bc	50,80ab	66,28a	56,02	37,51 a	22,08 b	91,50

Médias seguidas por letras distintas, nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey (5%)

O número médio dos gêneros *Entodinium*, *Eodinium*, *Epidinium* e *Isotricha* e o número total de protozoários apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$) entre os meses de amostragem ao longo do ano.

A concentração média de *Entodinium* e do total de protozoários se comportaram de forma semelhante, uma vez que este gênero foi o que apresentou a maior percentagem, em torno de 90% do total de microrganismos. A maior concentração de protozoários do gênero *Entodinium* pode estar relacionada à velocidade de reprodução destes, que segundo Silva & Leão (1979) é de 15 minutos, enquanto o gênero *Eudiplodinium* e *Diplodinium* em culturas 'in vitro' se reproduzem apenas uma vez por dia e o *Polyplastron* leva 48 horas. Franzolin et al. (2000) também observaram que os protozoários do gênero *Entodinium* predominam entre os protozoários na fauna ruminal em ovinos alimentados à base de cana-de-açúcar. Dehority (1991) afirma que, em geral, cerca de 90 % da microbiota de ciliados em ruminantes são do gênero *Entodinium*.

A concentração total de protozoários variou de 6,25 a 66,28 x 10⁴ protozoários/mL de fluido ruminal, valores dentro da faixa de 10⁴ a 10⁶ protozoários/mL de conteúdo ruminal informado para a população de protozoários do conteúdo ruminal de animais alimentados com diferentes tipos de dieta (Arcuri et al., 2006).

A percentagem de protozoários só variou ($P < 0,05$) para o gênero *Eodinium*, sendo maior em maio de 2005, o que pode ser justificado pelo elevado teor de proteína bruta (17,82%) e de hemicelulose (18,56%) neste mês. Isso indica que,

apesar do número médio e total dos protozoários variarem, a população se manteve estável ao longo do ano de estudo.

A concentração média dos gêneros *Eodinium* e *Epidinium* foi mais elevada em maio e julho de 2005, justificado pela maior percentagem de hemicelulose e proteína na dieta, uma vez que esses protozoários tem habilidade de degradar a hemicelulose (Williams & Coleman, 1985).

O horário de coleta influenciou ($P < 0,05$) somente o pH, a concentração média do gênero *Entodinium* e o número total de protozoários, sendo maior na hora zero. Os demais gêneros também apresentaram o mesmo comportamento, refletindo assim a estabilidade do ambiente ruminal para animais sem acesso à alimentação noturna. Os menores valores encontrados quatro horas após a alimentação podem ser devido ao efeito de diluição do conteúdo ruminal, pela entrada de alimento, água e pela secreção de saliva no rúmen. Potter & Dehority (1973) verificaram que a alimentação causa uma rápida diminuição na concentração de protozoários durante as cinco primeiras horas (provavelmente devido à diluição pela saliva, ingestão de água e taxa de passagem) e que no período compreendido entre 5 e 22 horas pós-alimentação, a concentração de protozoários aumentou gradativamente e representou o período durante o qual ocorre a divisão das células dos protozoários. Já Williams (1986) comenta que a população de Entodiniomorphos diminui até 16 h após a alimentação e a de Holotricha 12 a 20 h após a alimentação.

Observa-se alto coeficiente de variação para a concentração dos protozoários, entretanto, devido à dinâmica da população microbiana no rúmen,

coeficientes de variação elevados têm sido observados em experimentos dessa natureza (Coleman, 1979).

Na Tabela 4 estão apresentadas as correlações estatisticamente significativas ($P < 0,05$) entre os gêneros de protozoários e número total com a composição química da dieta.

Tabela 4. Correlações simples dos gêneros (nº de células por mL e porcentagem) e número total de protozoários com a composição química da dieta

Table 4. Simple correlations of genders (no. of cells for mL and percentage) and total number of protozoa with the content of total digestible nutrients (TDN), pH, crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), hemicellulose (HEM), cellulose (CEL), total carbohydrate (TC) and non-fibrous carbohydrates (NFC)

Protozoários Protozoa		Correlações*							
		NDT TDN	MO OM	pH pH	PB CP	FDN NDF	HEM HEM	CEL CEL	FDA ADF
<i>Diplodinium</i>	nº				0,3860				
	%								
<i>Diploplastron</i>	nº		0,2850						
	%		0,3252						
<i>Elitroplastron</i>	nº		0,3496			0,3677		0,4354	0,3767
	%					0,3117		0,5307	0,3613
<i>Enoploplastron</i>	nº				0,4609	-0,2946			
	%				0,2763	-0,3089			
<i>Entodinium</i>	nº	0,5729		0,2807	0,6884			-0,3114	
	%								
<i>Eodinium</i>	nº	0,3415			0,6597		0,3207	-0,3336	-0,2955
	%	0,3176	-0,2889		0,6488		0,3819	-0,4106	-0,4116
<i>Epidinium</i>	nº	0,2864			0,6718			-0,3127	
	%				0,4162				
<i>Isotricha</i>	nº	0,2774	-0,3977			-0,6734	-0,3215		-0,2867
	%								
<i>Metadinium</i>	nº							0,3771	
	%							0,4931	0,3036
<i>Ophryoscolex</i>	nº	0,2706			0,4554			-0,2794	
	%								
Total	nº	0,5693		0,2753	0,7045			-0,3213	

* Apenas as correlações significativas estão apresentadas ($p < 0,05$).

* Only the significant correlations are shown ($p < 0,05$).

Os gêneros *Entodinium*, *Eodinium*, *Epidinium*, *Isotricha*, *Ophryoscolex* e o número total de protozoários apresentaram correlação positiva ($P < 0,05$) com o nível de NDT da dieta. Destes, o que apresentou maior correlação foi o

Entodinium, onde o maior número médio foi verificado em julho de 2005 (Tabela 3), quando foi registrado maior valor de NDT (Tabela 2). Isso reflete a necessidade, pelo microrganismo, de energia para o crescimento (divisão celular) e para armazenamento. Segundo Van Soest (1994), geralmente aparece maior número de protozoários no rúmen quando as dietas são mais digestíveis, também o teor de energia é importante como fonte de reserva, uma vez que estes microrganismos armazenam grandes quantidades de polissacarídeos e os utilizam quando as fontes exógenas de energia se esgotam.

Somente o gênero *Entodinium* e a concentração total de protozoários apresentaram correlação positiva ($P < 0,05$) com o pH. O pH do rúmen é um dos fatores ecológicos mais variáveis que podem influir profundamente na população microbiana, afetando os protozoários quando há queda de pH (Church, 1993). Dehority (2005) estudou o efeito do pH na viabilidade de *Entodinium caudatum*, *Entodinium exiguum*, *Epidinium caudatum* e de *Ophryoscolex purkynjei* 'in vitro' e observou que todas as quatro espécies mantinham suas concentrações em pH 5,8, mas estas diminuíram quando os valores de pH foram inferiores a 5,6, diferindo de relatos anteriores nos quais espécies de *Entodinium* parecia ser mais tolerante a baixo pH que todas as outras espécies de ciliados do rúmen.

Com relação à proteína bruta (PB), os gêneros *Diplodinium*, *Entodinium*, *Enoploplastron*, *Eodinium*, *Epidinium*, *Ophryoscolex* e a concentração total de protozoários apresentaram correlação positiva ($P < 0,05$). Normalmente os protozoários ingerem bactérias como fonte de proteína e utilizam-na diretamente para a síntese celular, e, segundo Silva & Leão (1979) o aumento na

concentração de protozoários no rúmen aumenta quando a proteína é adicionada à ração. Van Soest (1994) comenta que a proteína da dieta ou de bactérias é provavelmente a maior fonte de energia para os protozoários do rúmen.

Com relação aos constituintes da parede celular, observa-se que apenas o gênero *Eodinium* apresentou correlação positiva ($P < 0,05$) com a hemicelulose, o gênero *Elitroplastron* apresentou correlação positiva ($P < 0,05$) com o teor de FDN, celulose e FDA e o *Metadinium* com a celulose e a FDA da dieta. Esses gêneros fazem parte da subclasse Entodiniomorpha, que utiliza material fibroso em seu metabolismo. O fato do gênero *Eodinium* não utilizar a celulose pode ser devido à ausência de placa esquelética e ao seu tamanho, uma vez que a capacidade de degradar a celulose é habilidade de grandes Entodiniomorphos que engolfam e digerem celulose e usam os produtos para a síntese intracelular de polissacarídeos de reserva. Williams & Coleman (1985) observaram que as atividades específicas de enzimas que degradam hemicelulose são mais altas nos gêneros de entodiniomorphos celulolíticos (*Polyplastron*, *Diploplastron*, *Eremoplastron*, *Epidinium*, *Ophryoscolex*, *Eudiplodinium*) que nos ciliados holotricha (*Dasytrichia* e *Isotricha*) e no gênero *Entodinium*.

O gênero *Isotricha* apresentou correlação positiva ($P < 0,05$) apenas com o teor de NDT da dieta, isso reside no fato deste gênero participar da sub-classe Holotricha que utilizam principalmente carboidratos solúveis para seu metabolismo (Williams, 1986).

De maneira geral, em dietas à base de forragem há predominância de gêneros de protozoários da subclasse Entodiniomorpha, devido à capacidade destes de engolfarem partículas de alimento e armazenarem polissacarídeos.

Conclusões

Os gêneros de protozoários ciliados encontrados no líquido ruminal de ovinos criados na caatinga são: *Diplodinium*, *Diploplastron*, *Elitroplastron*, *Entodinium*, *Enoploplastron*, *Eodinium*, *Epidinium*, *Isotricha*, *Metadinium*, *Ophryoscolex* e *Polyplastron*.

A concentração média dos protozoários ciliados varia de 6,25 a 66,28 x 10⁴/mL de líquido ruminal sendo 90% constituída pelo gênero *Entodinium*.

O pH, concentração e composição percentual dos protozoários são maiores antes da alimentação.

Os protozoários da subclasse Entodiniomorpha apresentam alta correlação positiva com o teor de nutrientes digestíveis totais e proteína bruta.

O gênero *Isotricha* apresenta alta correlação negativa com o teor de fibra em detergente neutro.

Referências Bibliográficas

ARCURI, P. B.; LOPES, F. C. F; CARNEIRO, J. C. **Microbiologia do rúmen**. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. Nutrição de Ruminantes. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 183-228.

CHURCH, D.C. **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1993. 564p.

COLEMAN, G. S. The role of rumen protozoa in the metabolism of ruminants given tropical feeds. **Tropical Animal Production** v.4, n.3, p. 199-213, 1979.

D'AGOSTO, M.; M. E. CARNEIRO. Evaluation of lugol solution used for counting rumen ciliates. **Revista Brasileira de Zoologia**, 16: 725-729, 1999.

DEHORITY, B. A. Evaluation of subsampling and fixation procedures used for counting rumen protozoa. **Appl. Environ. Microbiol.**, 48: 182-185, 1984.

DEHORITY, B. A. **Rumen microbiology**. Wooster, USA: OARDC/OSU, 1991. 87p.

DEHORITY, B. A. **Laboratory manual for classification and morphology of rumen ciliate protozoa**. Boca Raton, Fla: CRC Press. 1993. 325p.

DEHORITY, B. A. Effect of pH on viability of *Entodinium caudatum*, *Entodinium exiguum*, *Epidinium caudatum*, and *Ophryoscolex purkynjei* in vitro. **J Eukaryot Microbiol.**, v.52(4), p.339-42, 2005.

FRANZOLIN, R., LUCCI, C. S., FRANZOLIN, M. H. T. Efeitos de rações com níveis crescentes de cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho sobre a população de protozoários ciliados no rúmen de ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29 (5), p. 1452-1457, 2000.

HALL, M. B. Recentes avanços em carboidratos não-fibrosos na nutrição de vacas leiteiras. In: SIMLEITE, 2, 2001, Lavras. **Anais...** Lavras, p.149-159, 2001.

LICITRA G.; HERNANDEZ T.M.; VAN SOEST P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n. 4, p. 347-358. 1996

OGIMOTO, K., IMAI, S. **Atlas of rumen microbiology**. Tokyo: Japan Scientific Societies Press, 1981. 231 p.

POTTER, E. L., DEHORITY, B. A. 1973. Effects of changes in feed level,

MATOS, D. S. Diversidade populacional de protozoários e cinética ruminal...

starvation, and level after starvation upon the concentration of rumen protozoa in the ovine. **Applied Microbiology**, v. 26, n. 5, p. 692-698.

SANTOS, G. R. A. Caracterização da vegetação e da dieta de ovinos em área de caatinga no sertão de Pernambuco. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia, 2007.

SILVA, D. J e QUEIRÓZ, A.C. **Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa: UFV, 2002. 235 p.

SILVA, H. G. O. Criação de ovinos à pasto. I Semana de Ciências Agrárias da UESB. **Anais...** UESB, Itapetinga-BA, 2001.

SILVA, J. F. C.; LEÃO, M. I. **Fundamentos da nutrição de ruminantes**. Piracicaba, SP, Ed. Livrocere, 1979. 380p.

SNIFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J. A net carbohydrate and protein for evaluating cattle diets, II. Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, v. 70, p. 3562-3577, 1992.

SAEG – Sistema para Análises Estatísticas. SAEG: Universidade Federal de Viçosa, 2007.

TEIXEIRA, J. C. **Nutrição de ruminantes**. Lavras, MG: Edições FAEPE, 1992. 239p.

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

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Comstock Publ. Assoc. 1994. 476p.

WILLIAMS, A. G. Rumen Holotricha Ciliate Protozoa. Hannah Research Institute, Scotland. **Microbiological Reviews**, v. 50, p. 25-49, n. 1, 1986.

Williams, A. G.; Coleman, G. S. Hemicellulose-degrading enzymes in rumen ciliate protozoa. **Journal Current Microbiology**, v. 12, n. 2, p. 85-90, 1985.

CAPÍTULO III

PARÂMETROS RUMINAIS E SÍNTESE DE PROTEÍNA MICROBIANA EM OVINOS CRIADOS NA CAATINGA

Parâmetros ruminais e síntese de proteína microbiana em ovinos criados na caatinga

Resumo: Com o objetivo de determinar os parâmetros de fermentação ruminal e síntese de proteína microbiana, foram utilizados cinco ovinos, machos castrados, com cânulas permanentes no rúmen, criados na caatinga ao longo de um ano. Foram determinadas: composição química da extrusa, consumo de matéria seca (CMS), de matéria orgânica (CMO), de proteína bruta (CPB), de fibra em detergente neutro (CFDN) e de nutrientes digestíveis totais (CNDT), pH, ácidos graxos voláteis, amônia, estimativa da produção microbiana, tempo de renovação e taxa de desaparecimento da MS, MO e FDN. O consumo de nutrientes em função do peso vivo e da unidade de tamanho metabólico foi maior em maio de 2005, quando houve maior disponibilidade de forragem. O valor médio de pH variou de 7,07 (antes da alimentação) a 6,31 (10 horas após). Os valores médios para tempo de renovação e taxa de desaparecimento não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$) e foram de 22,56; 22,08 e 21,42 horas e de 4,9; 5,0 e 5,1 %/h para MS, MO e FDN, respectivamente. A concentração dos ácidos graxos voláteis (AGV) apresentou variação diurna com comportamento linear ($P < 0,05$) e durante o ano de estudo, sendo mais baixos nos meses de maio e julho de 2005, entretanto a proporção molar permaneceu praticamente inalterada, sendo em média 75,0:18,6:6,4 para acetato, propionato e butirato, respectivamente. As concentrações de amônia apresentaram aumentos lineares ($P < 0,05$) com o horário de coleta, variando de 10,53 a 18,24 mg de

amônia/100 mL de líquido ruminal, antes e 10 horas após a alimentação, respectivamente. O rendimento e eficiência de síntese da proteína microbiana foram maiores de maio de 2005, quando a concentração de amônia no líquido ruminal foi maior. O consumo é influenciado pela disponibilidade de forragem. O pH e a amônia variam de acordo com o horário de coleta. O tempo de renovação, a taxa de desaparecimento e a proporção molar dos ácidos acético:propiónico:butírico permanece inalterada.

Palavras-Chave: pH, amônia, taxa de renovação, eficiência microbiana

Ruminal parameters and microbial protein synthesis in sheep's created in the caatinga

Abstract: Five castrated male sheep's, with ruminal canullas, created in caatinga along one year, were utilized of determining ruminal fermentation and microbial protein synthesis. Were determined: chemical composition of extrusa, intake of dry matter (DMI), organic matter (OMI), crude protein (CPI), neutral detergent fiber (NDFI) and total digestible nutrients (TDNI), pH, volatile fat acid, ammonia, estimate of microbial production, turnover and disappearance rate of DM, OM and NDF. Nutrients intake in function of body weight and metabolic size unit was larger in May of 2005, when there was larger availability forage. Mean value of pH varied of 7.07 (before the feeding) to 6.31 (10 hours after). The *turnover* and disappearance rates didn't present significant difference ($P > 0.05$), and were of 22.56; 22.08 and 21.42 hours and the one of disappearance were of 4.9; 5.0 and 5.1 $\% \cdot h^{-1}$ for DM, OM and NDF, respectively. The concentration of volatile fat acids (VFA) presented variation of the day with lineal behavior ($P < 0.5$) and during the year of study, being lower the months May and July of 2005, however the proportion molar stayed practically unaffected, being on average 75.0:18.6:6.4 for acetate, propionato and butirato, respectively. Ammonia concentration increased ($P < 0.05$) with the collection schedule and it varied on mean from 10.53 to 18.24 mg N-NH₃/100 mL of ruminal liquid, before and 10 hours after the feeding, respectively. Production and microbial efficiency was larger of May of 2005, when the ruminal ammonia

concentration was larger. The pH and the ammonia vary in agreement with collection schedule. *Turnover* and disappearance rate and molar proportion of acetic:propionic:butyric acid are stays unaffected.

Keywords: pH, ammonia, turnover, microbial efficiency

Introdução

A fermentação no rúmen, a qual precede a digestão gástrica, faz com que grande proporção dos componentes estruturais das plantas seja convertida a formas que podem ser utilizadas pelos animais (Silva & Leão, 1979). Os produtos finais da fermentação, que são continuamente removidos, incluem ácidos graxos voláteis, metano, gás carbônico, amônia e microrganismos (Church, 1993). Esses produtos finais são determinados pelo nível de consumo do animal, sistema de alimentação, tamanho da partícula, qualidade e proporção da forragem e tipo de carboidrato dos alimentos (Gabarra, 2001).

O pH tem recebido atenção considerável como mecanismo que explica as reduções na ingestão e digestibilidade de volumosos, resultante da suplementação energética. A diminuição do pH reduz a degradabilidade da proteína, celulose, hemicelulose e pectina, embora seus efeitos sejam menores sobre a digestão do amido (Dias et al., 2000). Para Church (1993), tal fato é demonstrado com o uso de dietas ricas em volumosos, as quais geralmente proporcionam pH ruminal mais elevado, permitindo o crescimento de bactérias celulolíticas.

Os ácidos graxos voláteis, predominantemente na forma de ácido acético, ácido propiônico e ácido butírico, fornecem a maior parte da energia absorvida pelos ruminantes, estimada em 50-70% da energia digestível total, e dessa forma, a determinação quantitativa dos processos de fermentação ruminal requer medidas precisas da taxa de produção desses ácidos (Souza, 1999).

Apesar das grandes oscilações na população microbiana e das diferenças no consumo de alimentos, as proporções entre os ácidos graxos voláteis no rúmen são notavelmente estáveis, com proporções molares (moles de acetato:propionato:butirato) normalmente estando próximo 65:25:10 com dietas à base de forragem e 50:40:10 para dietas ricas em concentrado, mas dependente do pH. Com dietas à base de forragem, esta relação é bastante estável devido à lenta digestão da fibra (Church, 1993).

A amônia no rúmen pode ser oriunda da desaminação da proteína dietética, do nitrogênio não protéico e da uréia originária tanto da saliva como aquela que penetra, por-difusão, pela parede do rúmen através do sangue (Dukes, 2004). A utilização de nitrogênio no rúmen depende fundamentalmente da presença de carboidratos que, através do fornecimento de energia e carbono, possibilitam a fixação de amônia, reduzindo a sua perda através da absorção pelo rúmen, contribuindo assim para o aumento da síntese de proteína microbiana (Silva & Leão, 1979).

A concentração de amônia no rúmen é também um dos fatores mais importantes que determina a taxa e eficiência de digestão de alimentos fibrosos (Preston, 1995). Van Soest (1994) relatou que o suprimento de nitrogênio no rúmen promove o crescimento microbiano até o limite das exigências dos microrganismos.

O tempo de retenção no rúmen representa o tempo em que o alimento permanece no rúmen sofrendo a ação dos microrganismos para a redução do tamanho das partículas alimentares, sendo um parâmetro inversamente

correlacionado com a taxa de passagem no rúmen (Grofum e Williams, 1973, citados por Soares et al., 2001).

As bactérias precisam de um tempo de geração menor que a taxa de *turnover* da digesta ruminal para que a população possa ser mantida no rúmen (Church, 1993). Uma vez que a taxa de passagem da fase sólida é muito menor que a da fase líquida no rúmen, as espécies de crescimento lento têm de se aderir às partículas do material para que não sofram lixiviação e remoção do rúmen (Van Soest, 1994). Este fato tem especial importância para dietas à base de forragens, cujo tempo de permanência no rúmen é maior. A maior permanência facilita a colonização e a digestão da parede celular (Bondi, 1988 citado por Bezerra et al., 2004), tornando a taxa de passagem importante fator para o crescimento microbiano.

Quando se referem às zonas de clima árido e semi-árido, as informações concernentes na literatura apontam para a impossibilidade de manter a produção animal somente a pasto, uma vez que nessas áreas há grandes variações da disponibilidade e qualidade de forragem entre anos e estações, devido às mudanças climáticas, principalmente precipitação pluviométrica. Entretanto, pouco ou nada se sabe sobre os processos fermentativos que ocorrem no rúmen dos animais criados nestas condições.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi determinar os parâmetros de fermentação ruminal e a síntese de proteína microbiana em ovinos criados na caatinga ao longo de um ano.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido nas dependências da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA, localizado no município de Sertânia, localizada a latitude 08°04'25"sul, longitude 37°15'52"oeste, altitude de 600 metros, microrregião do Moxotó, em ecossistema de caatinga, com clima semi-árido quente, temperatura anual média de 25°C, precipitação acumulada no período de avaliação de 520 mm, tendo de março a junho como os principais meses chuvosos (dados coletados na estação).

A área experimental, com 37 ha (Anexo A), foi caracterização por Santos (2007), em trabalho paralelo a este, como de vegetação complexa, onde foram encontradas 87 espécies vegetais sendo 35 herbáceas, 25 arbustivas, 17 arbóreas e 10 cactáceas, pertencentes a 35 famílias. As famílias que apresentaram maior número de espécies foram a Euphorbiaceae (9), Malvaceae (8), Leguminosae (8) e Poaceae (6) contribuindo com aproximadamente 36% do total de espécies encontradas. Os valores apresentados na Tabela 1 mostraram que a disponibilidade de forragem e composição percentual de herbáceas e arbóreas variou ao longo do ano, bem como a precipitação pluviométrica.

Tabela 1. Precipitação pluviométrica e disponibilidade de forragem durante o período experimental

Table 1. Pluviometric precipitation and forage disponibility around experimental period

Variável	Set/04	Nov/04	Jan/05	Mar/05	Mai/05	Jul/05
Precipitação pluviométrica						
mm/mês	2,00	17,00	39,00	173,00	45,60	36,00
acumulado	873,00	890,00	39,00	234,00	344,60	492,10
Disponibilidade de forragem						
Herbáceas, kg de MS	1021,72	694,93	594,53	473,77	869,93	400,73
Herbáceas, % do total	48,7	68,8	68,3	57,9	39,2	42,4
Arbustivas, kg de MS	1077,46	314,61	276,56	344,75	1347,84	544,98
Arbustivas, % do total	51,3	31,2	31,7	42,1	60,8	57,6
Total	2099,18	1009,54	871,09	818,52	2217,77	945,71

Nessa área eram mantidos 12 animais, perfazendo, dessa forma, uma taxa de lotação de aproximadamente 0,32 animais/ha.

As avaliações foram realizadas de setembro de 2004 a julho de 2005, totalizando seis coletas, nas quais foram analisadas as seguintes variáveis: composição química da dieta, consumo, pH, amônia (N-NH₃), ácidos graxos voláteis (AGV), taxa de renovação e de desaparecimento e produção de proteína microbiana. O cronograma das coletas encontra-se no ANEXO B.

Foram utilizados cinco ovinos mestiços de Santa Inês, castrados, com fístula permanente no rúmen e peso vivo médio de 30 kg. Os animais permaneceram em uma área de pasto nativo (caatinga), tendo acesso livre à água e mistura mineral. Os animais permaneciam na pastagem diariamente 07 às 17 horas, quando eram recolhidos em baia coletiva contendo uma parte coberta construída em alvenaria e outra descoberta de chão batido, com água e mistura mineral à vontade.

A determinação da composição química da dieta foi através da análise da extrusa coletada do rúmen. Para isso, os animais tinham o rúmen esvaziado, através de cânula ruminal, e o conteúdo ruminal era acondicionado em baldes tampados e identificados por animal, para serem devolvidos ao rúmen do respectivo animal após a coleta. Após o esvaziamento, os animais eram soltos na caatinga por uma hora. Passado este tempo no pasto, os animais eram recolhidos e todo material ingerido (extrusa) era coletado, pesado, identificado e armazenado. Este procedimento foi realizado em quatro dias alternados, sendo duas manhãs e duas tardes.

Na extrusa foram determinados os teores de: matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) segundo as metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002); fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), celulose (CEL), lignina (LIG), segundo Van Soest et al. (1991); proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) segundo metodologia descrita por Licitra et al. (1996). Também foram calculados os teores de carboidratos totais ($\%CHOT = 100 - (PB + EE + MM)$), de Nutrientes Digestíveis Totais ($\%NDT = PBd + EE*2,25 + CHOTd$, onde d=digestível) (Sniffen et al., 1992) e de carboidratos não-fibrosos carboidratos não-fibrosos ($CNF = 100 - (\%PB + (\%FDN - \%PIDN) + \%EE + \%MM)$) (Hall, 2001). A análise referente ao teor de taninos condensados foi realizada de acordo com metodologia descrita por FAO/IAEA (2000).

Tabela 2. Valores médios e desvio padrão da composição da dieta de ovinos criados na caatinga
 Table 2. Mean values and standard deviation of the chemical composition of diet of sheep's created in caatinga

Variáveis <i>Variables</i>	Setembro/2004 <i>September/2004</i>	Novembro/2004 <i>Nocember/2004</i>	Janeiro/2005 <i>January/2005</i>	Março/2005 <i>Mach/2005</i>	Mai/2005 <i>May/2005</i>	Julho/2005 <i>July/2005</i>
Matéria Seca, % <i>(Dry Matter, %)</i>	22,78±1,99 ab	25,05±1,09a	22,48±1,08ab	20,12±1,59bc	13,59±0,53 d	15,70±2,69cd
Matéria Orgânica, % <i>(Organic Matter, %)</i>	89,08±1,40 a	87,94±0,78 ab	89,11±0,77 a	86,45±1,35 b	86,81±1,80 ab	88,95±1,66 a
Proteína Bruta, % <i>(Crude Protein, %)</i>	13,64±1,77 c	10,74±1,06d	13,64±1,37bc	14,71±1,40bc	17,82±2,36 a	16,53±1,64ab
Extrato Etéreo, % <i>(Ether Extract, %)</i>	3,23±0,58 b	4,11±1,72 ab	5,23±0,72 a	3,41±0,95 b	3,11±0,42 b	3,15±0,32 b
Fibra em Detergente Neutro, % <i>(Neutral Detergent Fiber, %)</i>	63,70±2,60 a	63,92±3,85a	61,72±1,62ab	57,61±3,37b	61,46±3,72 ab	63,21±3,40a
Fibra em Detergente Ácido,% <i>(Acid Detergent Fiber, %)</i>	46,23±4,42	46,85±1,85	45,53±3,07	43,20±4,85	42,89±3,90	42,51±5,95
Hemicelulose, % <i>(Hemicellulose, %)</i>	17,64±2,77 ab	17,07±2,76 ab	16,19±2,36 b	14,41±2,89 b	18,56±2,97 a	18,67±0,60 a
Celulose, % <i>(Cellulose, %)</i>	26,21±3,15	24,91±1,09	24,00±1,77	23,64±2,41	22,91±2,08	23,01±2,25
Lignina,% <i>(Lignin, %)</i>	4,55±1,22 c	6,12±0,63 bc	13,01±1,41 a	11,07±1,84 a	10,63±2,19 a	10,04±5,30 ab
Proteína Insolúvel em Detergente Neutro,% <i>(Neutral Detergent Insoluble Protein , %)</i>	6,66±0,54 c	4,99±0,67 d	6,28±0,72 cd	6,97±0,87 bc	8,91±1,28 a	8,16±1,06 ab
Proteína Insolúvel em Detergente Ácido,% <i>(Acid Detergent Insoluble Protein , %)</i>	4,28±0,44 ab	3,21±0,48 b	3,92±0,54 ab	4,39±0,95 ab	4,53±0,86 a	4,57±1,01 a
Carboidratos Totais, % <i>(Total Carbohydrates, %)</i>	72,20±1,82 a	73,10±2,82 a	70,24±1,29 ab	68,34b±1,10 c	65,87±2,47 c	69,27±3,25 abc
Carboidratos não-fibrosos, % <i>(Non fibrous carbohydrates, %)</i>	15,16±2,53	14,17±6,10	14,80±1,10	17,71±2,34	13,32±3,70	12,80±1,82
Nutrientes Digestíveis Totais, % <i>(Total Digestibles Nutrients, %)</i>	50,0±3,11a	42,77±3,32 a	46,30±4,54 a	49,06±1,17a	48,13±7,34 a	47,27±7,12 a
Taninos Condensados, % <i>(Tannin's Condensates, %)</i>	1,28±0,90 b	3,17±0,97 ab	5,19±3,39 a	4,62±2,92 a	3,68±1,53 ab	6,24±3,99 a

Médias seguidas por letras distintas, nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey (5%)

Para o registro da produção fecal diária, empregou-se a técnica da coleta total das fezes por meio de bolsas coletoras adaptadas ao corpo do animal por três dias consecutivos. Diariamente, todo material fecal de cada animal era pesado e retirado uma amostra de 10%, que era acondicionada em sacos plásticos devidamente identificados, para posteriores análises químicas. O consumo de matéria seca (CMS) foi determinado através da degradabilidade da matéria seca (DMS) da extrusa com 24 horas de incubação, através da seguinte fórmula: $CMS = MS \text{ fecal} / (1 - DMS)$, segundo metodologia adaptada de Rodríguez et al. (2006). Com os resultados de consumo de matéria seca e produção fecal, obteve-se a digestibilidade dos nutrientes, segundo Silva & Leão (1979).

Para a determinação do pH, N-NH₃ e AGV foram coletadas amostras do conteúdo ruminal (± 300 mL), sendo a primeira retirada antes da soltura dos animais (7 horas) e as amostras subsequentes 2; 4; 6; 8 e 10 horas após o acesso ao pasto, alternados em dois dias consecutivos. A digesta foi filtrada em duas camadas de gaze, homogeneizada, mensurado o pH através de leitura direta com potenciômetro digital (Handylab 1 - SCHOTT) e retiradas duas alíquotas de 20 mL que foram acondicionadas em frascos de vidro, sendo uma acidificada com 0,4 mL de ácido sulfúrico a 50% e a outra com 1 mL de ácido metafosfórico e congeladas, para análises de N-NH₃ (conforme técnica de Fenner (1965), adaptada por Vieira (1980)) e AGV (Palmquist et al., 1971), respectivamente.

A produção de proteína microbiana foi estimada pela excreção total de derivados de purina. Foram coletadas, por três dias consecutivos, amostras 'spot' de urina aproximadamente 4 horas após a soltura dos animais no pasto, durante a micção espontânea. De cada amostra eram retirados 10 mL de urina diluídas em

40 mL de ácido sulfúrico a 0,036N, acondicionadas em potes plásticos e armazenadas em freezer para posteriores análises de uréia e creatinina através de Kits comerciais (Doles), xantina+hipoxantina, alantoína e ácido úrico, segundo metodologia descrita por Chen e Gomes (1992). No mesmo horário foi realizada coleta de sangue por punção da veia jugular, utilizando-se o anticoagulante EDTA. Estas amostras eram centrifugadas a 3200 rpm por 20 minutos e o plasma acondicionado em ependorffes de 1,5 mL devidamente identificados e congelados, para posterior determinação de uréia através de Kit comercial (Doles).

A estimativa do volume urinário foi obtida através da concentração de creatinina na urina e considerando a excreção diária de 26,32 mg de creatinina/kg PV (valor encontrado por Amorim com ovinos, dados não publicados) para excreção diária de creatinina, empregando-se a fórmula:

$$\text{Volume urinário} = \frac{\text{Excreção diária de creatinina (mg/KgPV)} * \text{PV animal (kg)}}{\text{Concentração de creatinina na urina 'spot' (mg/L)}}$$

Esse volume foi utilizado para calcular as excreções diárias de uréia, ácido úrico, alantoína, xantina+hipoxantina e proteína microbiana de cada animal. A proteína microbiana foi calculada a partir dos derivados de purina totais, da absorção de purinas e da quantidade de nitrogênio microbiano, segundo metodologia descrita por Chen e Gomes (1992), utilizando-se a seguinte equação: $Y=0,84X+(0,150W^{0,75} e^{-0,025x})$, onde Y é a excreção de derivados de purina totais, $W^{0,75}$ é o peso vivo metabólico e X é a absorção de purinas.

As taxas de renovação (T) alimentar da MS, MO e da FDN foram calculadas a partir da relação entre o conteúdo ruminal (Q, kg de MS) e consumo de alimento (F, kg de MS/h), segundo equação proposta por Cannas et al. (2003): $T(h)=Q/F$. A taxa de desaparecimento (TD) foi calculada mediante equação: $TD(h)=1/T$ (Church, 1993). Para isso, foram coletadas amostras do conteúdo ruminal às 17 horas. Depois de removida a cânula todo o conteúdo do rúmen era retirado e colocado em recipiente plástico, sendo filtrado para separação das frações sólida e líquida. Cada fração era pesada e se retirava uma amostra de 400g proporcionais (sólido/líquido) em cada coleta. As amostras foram secas e analisadas quanto ao conteúdo de MS, MO (Silva & Queiroz, 2002) e FDN (Van Soest et al., 1991).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o SAEG - Sistema de Análises Estatística e Genética (SAEG, 2007).

Resultados e Discussão

Pelos resultados apontados na Tabela 3 observa-se que quando o consumo foi expresso em gramas/dia, os maiores níveis de ingestão de nutrientes foi em julho de 2005, o que pode ser atribuído ao maior peso dos animais nesse mês e, conseqüentemente, à maior capacidade do rúmen. Entretanto, quando os mesmos foram expressos em função do peso vivo e unidade de tamanho metabólico, o consumo de nutrientes foi maior ($P < 0,05$) em maio de 2005, mês em que foi verificado aumento na disponibilidade de forragem (Tabela 1) decorrente da precipitação nos meses anteriores.

A disponibilidade de forragem é um fator importante para o consumo, principalmente para a espécie ovina que é bastante seletiva. Segundo Hodgson (1990), os níveis máximos de consumo e desempenho animal estão relacionados com oferta de forragem de cerca de duas a três vezes as necessidades diárias do animal, de forma que ofertas diárias de matéria seca da ordem de 10 a 12 kg/100 kg PV permitiriam o máximo desempenho individual de animais em pastejo. Em contrapartida, com altas ofertas, são comuns níveis de utilização de apenas um terço da forragem em oferta, gerando perdas excessivas que diminuem a produtividade do sistema de produção como um todo (Silva & Pedreira, 1997).

Tabela 3. Valores médios do Peso Vivo (PV) e consumo médio de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (FDN) e de nutrientes digestíveis totais (CNDT) por ovinos criados na caatinga

Table 3: Dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fiber and total digestible nutrient (TDN) intake by sheep created in caatinga

Variável		Setembro/04	Novembro/04	Janeiro/05	Março/05	Mai/05	Julho/05
Variable		September/04	November/04	January/05	March/05	May/05	July/05
PV	Kg	24,00±1,87 b	26,30±1,51 ab	27,73±1,30 ab	30,17±3,01 ab	34,03±3,56 a	33,93±5,80 a
BW	Kg						
CMS	g/dia	720,13±142,84b	1094,41±95,00 b	770,01±102,90 b	1074,52±99,82 b	767,73±312,00 b	1607,96±577,12 a
DMI	%PV	3,42±0,51 b	2,42±0,30 b	3,67±0,59 ab	2,82±0,28 b	4,98±1,71 a	2,33±0,78 b
	g/UTM ¹	15,48±2,56 abc	10,70±1,22 b	15,96±2,42 ab	12,03±1,10 bc	20,70±7,37 a	9,64±3,19 c
CMO	g/dia	641,70±129,78 b	962,20±83,44 b	685,61±86,37 b	928,88±86,68 b	663,77±259,54 b	1425,12±493,03 a
	%PV	3,84±0,57 b	2,76±0,34 b	4,11±0,63 ab	3,26±0,31 b	5,72±1,94 a	2,61±0,86 b
OMI	g/UTM ¹	1,74±0,29 abc	1,22±0,14 b	1,79±0,26 ab	1,39±0,12 bc	2,38±0,84 a	1,08±0,35 c
	g/dia	99,15±24,31 b	117,77±14,76 b	105,07±15,95 b	158,26±19,20 b	138,78±61,28 b	270,37±111,94 a
CPB	%PV	25,38±5,65 a	22,75±4,10 ab	26,99±4,77 a	19,16±1,61 bc	28,37±11,16 a	14,31±5,38 b
	g/UTM ¹	115,06±27,37 a	100,32±16,89 ab	117,56±20,24 a	81,85±6,95 ab	118,09±48,11 a	59,35±22,35 b
CFDN	g/dia	459,22±97,21 c	701,19±91,79 b	475,38±65,80 b	618,38±61,32 b	458,57±165,00 c	1009,46±339,88 a
	%PV	5,37±0,82 bc	3,82±0,69 bc	5,95±0,99 b	4,89±0,32 bc	8,10±2,43 a	3,67±1,17 c
NDFI	g/UTM ¹	2,43±0,41 b	1,69±0,29 bc	2,59±0,41 ab	2,09±0,13 bc	3,37±1,06 a	1,52±0,47 c
	g/dia	360,74±79,55 b	469,81±72,60 a	357,25±61,22 b	526,92±47,66 ab	384,89±211,00 b	789,66±381,80 a
CNDT	%PV	6,86±1,09 b	5,72±0,97 b	8,00±1,68 ab	5,74±0,47 b	10,86±4,76 a	5,20±2,43 b
	g/UTM ¹	31,05±5,34 ab	25,22±4,09 b	34,84±7,18 ab	24,50±1,84 b	45,20±20,26 a	21,58±10,08 b

Médias seguidas por letras distintas nas linhas, diferem entre pelo teste Tukey (5%)

1. Unidade de Tamanho Metabólico

O pH ruminal apresentou variação ($P < 0,05$) entre os meses e horários de coleta e interação (mês x horário de coleta) com tendência à diminuição (Tabela 4, Figura 1). Os maiores valores foram encontrados antes da alimentação (hora zero) e os menores na última coleta (10 horas após a alimentação), sendo registrados valores médios de 7,07 e 6,31, respectivamente. Essa variação se deve provavelmente à intensificação do processo de fermentação pós-prandial e ao conseqüente aumento nas concentrações de ácidos graxos voláteis no rúmen. Vale ressaltar que esses valores se encontram dentro do intervalo de 6,2 a 7,0, informado por Ørskov (1986) como sendo o registrado para dietas constituídas exclusivamente de volumosos, como a do presente trabalho.

Tabela 4. Valores médios por mês e horário de coleta do pH ruminal de ovinos criados na caatinga

Table 4. Average values by month and collection scheduler of the rumen pH of sheep's created in caatinga

Mês de coleta <i>Month of collection</i>	Horas após a alimentação <i>Hours after feeding</i>						MÉDIA
	0	2	4	6	8	10	
Setembro/2004 <i>September/2004</i>	7,13	6,69	6,59	6,53	6,41	6,45	6,63 a
Novembro/04 <i>November/2004</i>	7,01	6,59	6,59	6,49	6,50	6,56	6,63 a
Janeiro/2005 <i>January/2005</i>	7,07	6,48	6,60	6,68	6,45	6,38	6,61 a
Março/2005 <i>March/2005</i>	6,93	6,20	6,25	6,38	6,39	6,19	6,39 b
Mai/2005 <i>May/2005</i>	7,04	6,61	6,09	6,32	6,05	5,97	6,35 b
Julho/05 <i>July/2005</i>	7,21	6,68	6,76	6,86	6,34	6,26	6,69 a
MÉDIA	7,07 a	6,55 b	6,49 bc	6,54 b	6,36 cd	6,31 d	

Médias seguidas por letras distintas, diferem entre si a 5% de probabilidade

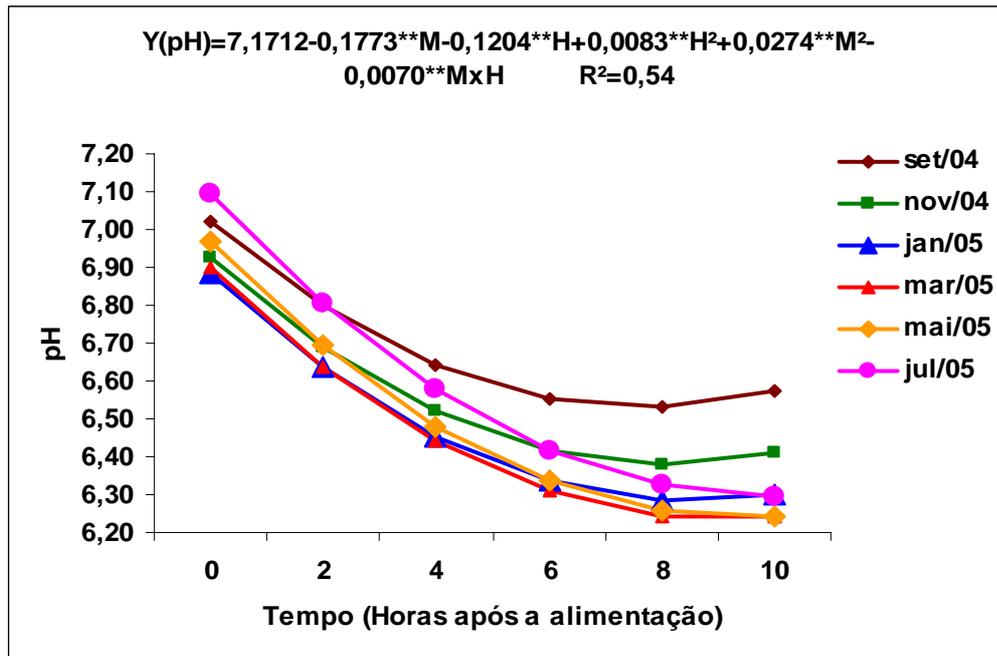


Figura 1. Estimativas dos valores médios de pH no líquido ruminal em função dos meses (M) do ano e horário (H) de coleta

Figure 1. Estimates average values of pH of the ruminal liquid, in function of the months (M) and collection schedule (H)

Através dos resultados apresentados na Tabela 5, percebe-se que não houve diferença significativa entre os meses do ano ($P > 0,05$) para tempo de renovação e taxa de desaparecimento da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e fibra em detergente neutro (FDN). Os valores médios do tempo de renovação foram de 22,56; 22,08 e 21,42 horas e da taxa de desaparecimento foram de 4,90; 5,0 e 5,1%/h para MS, MO e FDN, respectivamente. Os valores médios do tempo de renovação da MS e da FDN foram próximos aos valores encontrados por Cannas et al. (2003) de 19,5 e 22,0 horas, respectivamente. Os mesmos autores também não encontraram diferença no tempo de renovação da MS (h) e da FDN (h) para ovinos. Segundo Hungate (1966) alimentos fibrosos induzem à menor taxa de renovação, em decorrência do maior tempo de permanência desses alimentos no rúmen para sofrer ataque microbiano.

Tabela 5. Valores médios das taxas de renovação (TR) e de desaparecimento (TD) da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e fibra em detergente neutro (FDN) em ovinos criados na caatinga

Table 5. Average values and variation coefficient of turnover (TR) and disappearance rate (TD) of the dry matter (DM), organic matter (OM) and neutral detergent fiber (NDF) in sheep's created in the caatinga

Período <i>Period</i>	Tempo de renovação (h) <i>Turnover (h)</i>			Taxa de desaparecimento (%/h) <i>Disappearance rate (%.h⁻¹)</i>		
	MS <i>DM</i>	MO <i>OM</i>	FDN <i>NDF</i>	MS <i>DM</i>	MO <i>OM</i>	FDN <i>NDF</i>
Setembro/2004 <i>September/2004</i>	19,18±3,02	18,23±3,28	17,76±3,73	5,3±0,8	5,6±1,0	5,8±1,1
Novembro/2004 <i>November/2004</i>	20,85±4,52	20,87±4,60	21,53±3,70	5,0±1,2	5,0±1,2	4,7±0,9
Janeiro/2005 <i>January/2005</i>	27,96±7,60	27,30±7,34	26,68±6,08	3,8±1,1	3,9±1,1	3,9±0,9
Março/2005 <i>March/2005</i>	22,27±8,36	22,20±8,44	20,85±7,36	5,1±2,3	5,1±2,4	5,3±2,1
Maió/2005 <i>May/2005</i>	29,13±3,70	28,43±3,17	26,55±4,53	3,5±0,5	3,5±0,4	3,8±0,7
Julho/2005 <i>July/2005</i>	15,97±5,40	15,48±5,03	15,14±5,39	6,8±2,3	6,9±2,3	7,2±2,6

A concentração dos ácidos graxos voláteis (AGV) variou ($P < 0,05$) durante o ano de estudo, sendo os valores mais baixos registrados nos meses de maio e julho de 2005 (Tabela 6). A baixa concentração de AGV no mês de julho de 2005 pode ser devido ao menor tempo de renovação e maior velocidade de desaparecimento, principalmente da FDN nesse mês (Tabela 5), cujos constituintes são os principais substratos para a produção dos AGV.

Tabela 6. Concentração média ($\mu\text{mol/L}$) e proporção molar dos ácidos acético, propiônico e butírico no líquido ruminal de ovinos criados na caatingaTable 6. Mean concentration ($\mu\text{mol/L}$) and molar proportion of the acetic, propiônico and butírico acids in the ruminal liquid of sheep's created in the caatinga

Variáveis		Setembro/2004	Novembro/2004	Janeiro/2005	Março/2005	Maió/2005	Julho/2005
Variables		September/2004	November/2004	January/2005	March/2005	May/2005	July/2005
Ácido Acético	$\mu\text{mol/L}$	264,35 \pm 107,91 a	217,24 \pm 82,68 a	261,11 \pm 107,24 a	202,41 \pm 71,80 a	110,65 \pm 103,20 b	22,40 \pm 8,00 c
Acetic Acid	%	76,60 \pm 3,88 a	75,84 \pm 3,32 a	76,25 \pm 3,96 a	75,24 \pm 2,09 a	71,24 \pm 6,08 b	74,24 \pm 3,28 ab
Ácido Propiônico	$\mu\text{mol/L}$	58,74 \pm 23,19 a	50,11 \pm 16,47 a	57,82 \pm 20,66 a	46,89 \pm 14,08 ab	31,64 \pm 29,27 b	5,95 \pm 2,05 c
Propionic Acid	%	17,56 \pm 3,40 b	18,01 \pm 3,15 b	17,38 \pm 3,17 b	17,89 \pm 1,81 b	21,53 \pm 3,51 a	19,61 \pm 2,84 ab
Ácido Butírico	$\mu\text{mol/L}$	19,17 \pm 6,70 a	17,34 \pm 6,38 a	21,30 \pm 8,41 a	18,23 \pm 6,41 a	9,38 \pm 8,00 b	1,84 \pm 0,81 c
Butiric Acid	%	5,84 \pm 1,13 a	6,15 \pm 0,93 a	6,37 \pm 1,31 a	6,88 \pm 1,19 a	7,22 \pm 3,31 a	6,11 \pm 2,00 a
Total	$\mu\text{mol/L}$	342,26 \pm 132,78 a	284,69 \pm 102,19 a	340,24 \pm 133,37 a	267,53 \pm 90,78 a	151,67 \pm 139,03 b	30,21 \pm 10,95 c

Segundo Silva & Leão (1979), o estudo da produção quantitativa de AGV no rúmen é difícil porque a concentração de um determinado metabólito no rúmen depende da taxa de produção, da absorção pelo epitélio ruminal, da passagem de material para o omaso e abomaso, da diluição do material com saliva, da utilização do metabólito pelos microrganismos e da conversão para outros metabólitos.

Apesar de apresentar diferença significativa ($P < 0,05$), a proporção molar entre os ácidos acético, propiônico e butírico apresentou baixa variação entre os períodos, sendo em média de 75,0:18,6:6,4, respectivamente, e também entre os horários de coleta (Tabelas 6 e 7, Figura 2). Segundo Valadares Filho e Pina (2006), em todos os mamíferos analisados, o acetato é o principal AGV encontrado, e geralmente está presente em maiores concentrações do que todos os outros ânions orgânicos combinados, sendo que o propionato e o butirato também estão presentes em grandes concentrações que variam com as dietas. Comumente a relação molar de acetato, propionato e butirato varia de 75:15:10 a 40:40:20. Nussio et al. (2006) informaram que apesar das grandes oscilações na população microbiana e das diferenças no consumo de alimento, as proporções entre os ácidos graxos voláteis no rúmen se mantém notadamente estáveis, com valores geralmente próximos de 65:25:10 moles de acetato:propionato:butirato para rações à base de forragem.

As concentrações médias dos AGV variaram ($P < 0,05$) de acordo com o horário de coleta (Tabela 7, Figura 2) e os ácidos acético, butírico e total aumentaram linearmente, possivelmente porque, em dietas à base de forragem, a

disponibilidade de carboidratos está limitada através de barreiras impostas pela fibra de forma que taxa de produção de AGV é mais lenta (Church, 1993).

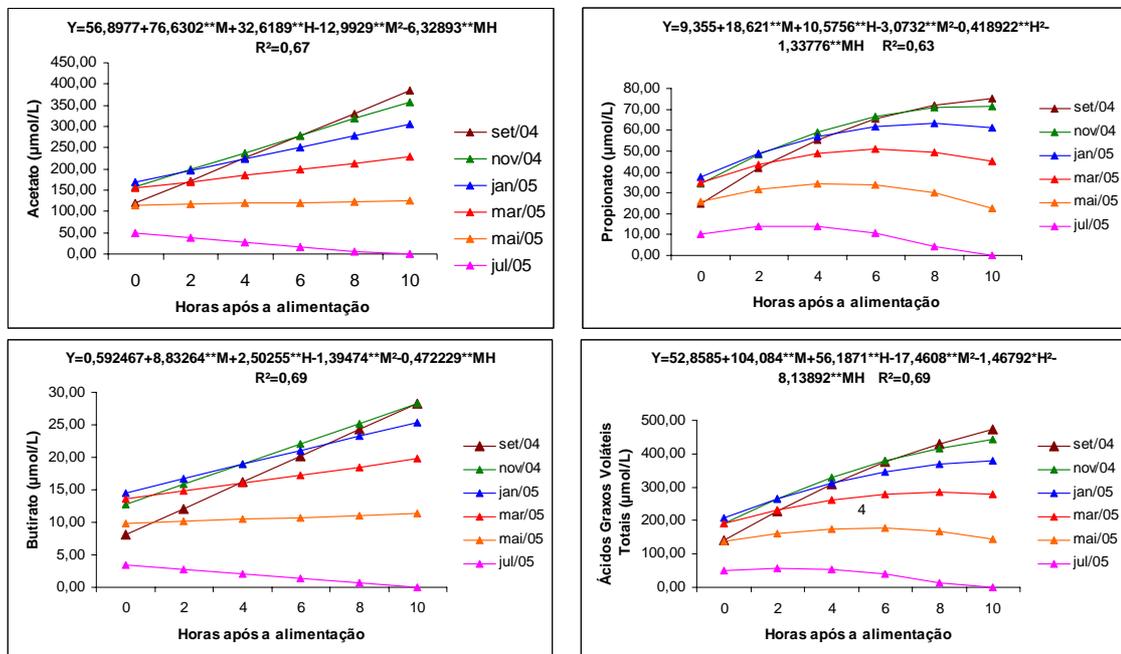


Figura 2. Concentração dos ácidos acético, propiônico, butírico e total em função do mês e do horário de coleta

Figure 2. Concentration of acetic, propionic, butyric and total acid in function of month and collection scheduler

Tabela 7. Concentração média ($\mu\text{mol/L}$) e proporção molar dos ácidos acético, propiônico e butírico no líquido ruminal de ovinos criados na caatinga em função do horário de coleta

Table 7. Average concentration ($\mu\text{mol/L}$) and molar proportion of the acetic, propiônico and butírico acids in the ruminal liquid of sheep's created in the caatinga in function of the collection schedule

Variáveis <i>Variables</i>		Horas após a alimentação <i>Hours after the feeding</i>					
		0	2	4	6	8	10
Ácido Acético <i>Acetic Acid</i>	$\mu\text{mol/L}$	97,79 \pm 55,73 b	170,63 \pm 92,80 ab	175,84 \pm 97,32 a	198,10 \pm 137,86 a	204,68 \pm 130,94 a	231,12 \pm 162,31 a
	%	74,39 \pm 4,94 a	75,23 \pm 3,47 a	74,49 \pm 3,05 a	76,26 \pm 2,58 a	73,45 \pm 5,76 a	75,60 \pm 4,81 a
Ácido Propiônico <i>Propionic Acid</i>	$\mu\text{mol/L}$	24,84 \pm 15,19 b	40,86 \pm 22,82 ab	45,45 \pm 25,32 a	44,38 \pm 29,60 a	49,31 \pm 30,69 a	46,30 \pm 29,11 a
	%	18,95 \pm 3,60 a	18,85 \pm 3,09 a	19,31 \pm 2,69 a	17,60 \pm 2,35 a	19,68 \pm 4,19 a	17,58 \pm 3,52 a
Ácido Butírico <i>Butiric Acid</i>	$\mu\text{mol/L}$	8,89 \pm 5,73 c	12,96 \pm 6,81 bc	14,06 \pm 7,48 abc	15,35 \pm 9,80 ab	17,06 \pm 10,20 ab	18,94 \pm 12,07 a
	%	6,65 \pm 2,42 a	5,91 \pm 1,12 a	6,20 \pm 1,46 a	6,14 \pm 0,88 a	6,86 \pm 2,44 a	6,81 \pm 2,06 a
Total	$\mu\text{mol/L}$	131,53 \pm 74,50 b	224,46 \pm 119,50 ab	235,35 \pm 127,85 a	257,84 \pm 175,08 a	271,05 \pm 169,62 a	296,37 \pm 202,41 a

As concentrações de amônia apresentaram aumentos lineares com o horário de coleta, sendo que a concentração média variou de 10,53 a 18,24 mg de amônia/100 mL de líquido ruminal, antes e 10 horas após a alimentação, respectivamente (Tabela 8, Figura 3), que são superiores ao valor estabelecido por Satter e Slyter (1974), de 5 mg N/100 mL de fluido ruminal, como o mínimo ideal para que ocorram as funções normais no rúmen, indicando, desta forma, que para ovinos criados na caatinga a amônia ruminal não é um fator limitante ao crescimento microbiano durante todo o ano, pois o teor de proteína se manteve alto entre os meses do ano, embora boa parte dessa proteína estivesse ligada à fibra.

Tabela 8. Valores médios da variação anual e por horário de coleta da amônia (mg/100mL) no rúmen de ovinos criados na caatinga em função do mês de coleta

Table 8. Mean values of year variation and by collection schedule of ammonia (mg.100mL⁻¹) in rumen of sheep's created in caatinga in function of collection month

Mês de coleta <i>Month of collection</i>	Horas após a alimentação <i>Hours after the feeding</i>						Média <i>Average</i>
	0	2	4	6	8	10	
Setembro/2004 <i>September/2004</i>	7,78	8,73	9,65	14,98	18,10	10,38	11,60 c
Novembro/2004 <i>November/2004</i>	7,90	9,00	6,43	14,64	11,09	11,09	10,02 c
Janeiro/2005 <i>January/2005</i>	9,00	13,29	14,64	9,86	24,44	24,44	15,95 b
Março/2005 <i>March/2005</i>	11,21	15,99	19,05	21,13	32,03	27,26	21,11 a
Mai/2005 <i>May/2005</i>	14,76	17,95	20,03	31,42	21,50	22,97	21,44 a
Julho/2005 <i>July/2005</i>	12,56	7,29	7,41	13,54	11,82	13,29	10,98 c
Média <i>Average</i>	10,53 b	12,04 b	12,87 b	17,59 a	19,83 a	18,24 a	

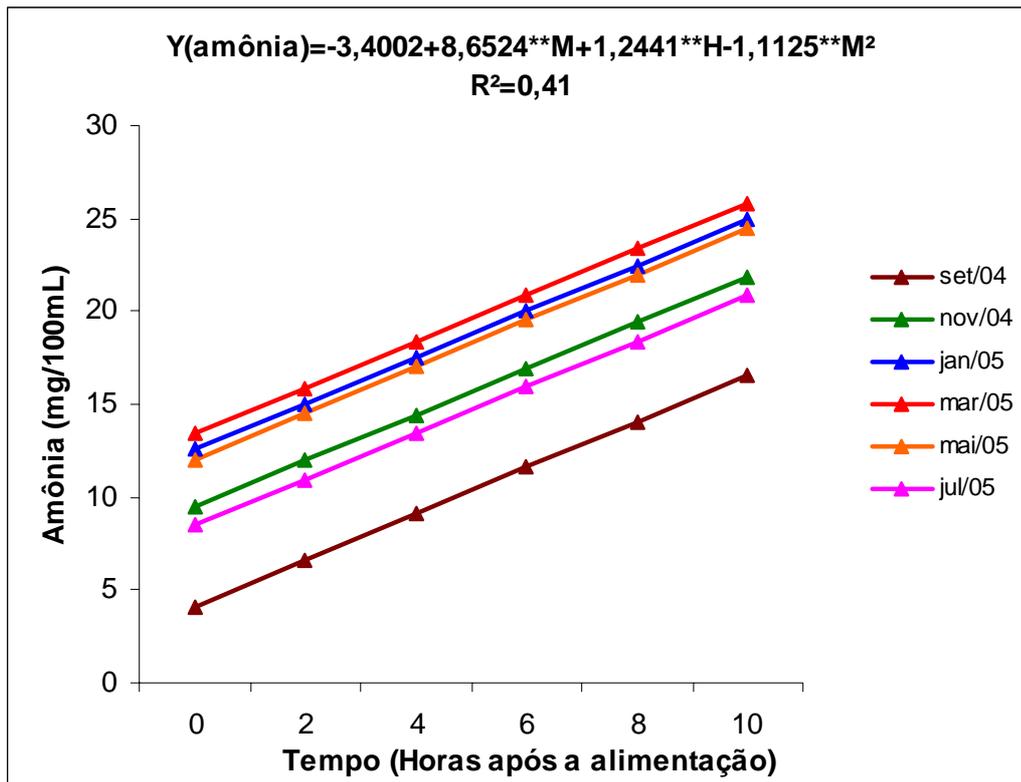


Figura 3. Estimativas dos valores médios da amônia no líquido ruminal em função dos meses (M) do ano e horário (H) de coleta

Figure 3 Estimates average values of ammonia of the ruminal liquid, in function of the months (M) and collection schedule (H)

A concentração média de amônia entre os meses de coleta variou de 10,02 a 21,44 mg N-NH₃/100 mL de líquido ruminal. Nos meses de março e maio de 2005 a concentração média de amônia foi superior a 19,0 mg/100 mL de líquido ruminal recomendados por Mehrez et al. (1977) como ideal para a maximização da taxa de fermentação ruminal.

Na Tabela 9 são apresentados os valores médios de volume urinário, concentração de uréia e creatinina, excreção e composição percentual de ácido úrico, alantoína, xantina+hipoxantina, derivados de purina, purinas absorvidas, síntese de nitrogênio e de proteína microbiana e eficiência microbiana.

Tabela 9. Valores médios de volume urinário, concentração de uréia (U) e creatinina (CRT), excreção e composição percentual de ácido úrico (AU), alantoína (ALA), xantina+hipoxantina (XHP), derivados de purina (DP), purinas absorvidas (PA), síntese de nitrogênio (SN), síntese de proteína microbiana (SPM) e eficiência microbiana (EM) em g de proteína microbiana/kg de nutrientes digestíveis totais consumido (g PM/kgNDT)

Table 9. Mean values of urinary volume, urea concentration (U) and creatinin (CRT), excretion and percentile composition of acid úrico (AU), alantoín (ALA), xantine+hipoxantine (XHP), purine derivates (DP), absorbed purine (PA), nitrogen synthesis (SN), microbial protein synthesis (SPM) and microbial efficiency (EM) in grams of microbial protein . kg⁻¹ of total digestible nutrients consumed (g PM.kgNDT¹)

Variáveis	Setembro/2004 <i>September/2004</i>	Novembro/2004 <i>Nocember/2004</i>	Janeiro/2005 <i>January/2005</i>	Março/2005 <i>March/2005</i>	Mai/2005 <i>May/2005</i>	Julho/2005 <i>July/2005</i>	CV VC
Urina, L/dia	0,56d	0,83bcd	1,48ab	1,26abc	1,74a	1,11bc	35,54
U na urina, mg/dL	2078,10 a	1435,39ab	980,60b	647,96b	611,49b	852,10b	65,25
U na urina, g/dia	9,01	10,23	12,97	9,40	10,06	9,14	35,67
U no plasma, mg/dL	53,61	42,32	53,24	41,66	45,62	54,16	22,42
CRT na urina, mg/L	1479,59a	963,72ab	584,61b	529,10b	570,67b	812,55b	56,99
AU, mmol/dia	0,73c	0,68c	1,02abc	1,13ab	1,16a	0,79c	27,39
AU, %	13,46 a	10,81 a	12,23 a	13,75 a	11,33 a	11,04 a	22,62
ALA, mmol/dia	4,32c	5,16bc	6,96ab	6,62 ab	8,30a	5,98bc	21,24
ALA, %	78,04	82,03	82,08	80,19	80,58	82,42	4,28
XHP, mmol/dia	0,46b	0,44b	0,50b	0,49 b	0,81a	0,47b	31,77
XHP, %	8,50 a	7,16 ab	5,69 b	6,06 ab	8,09 ab	6,54 ab	28,40
DP, mmol/dia	5,52 d	6,29 cd	8,48ab	8,25 abc	10,26a	7,23bcd	19,67
PA, mmol/dia	6,13 d	7,10 cd	9,88ab	9,59 abc	12,08a	8,29bcd	21,61
SPM, g/dia	27,84d	32,25cd	44,91ab	43,56abc	54,87a	37,66bcd	21,61
EM, g PM/kg NDT ¹	78,37bc	69,25bc	128,73ab	83,55bc	168,99a	53,76c	43,51

Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si a 5% de probabilidade

O volume urinário variou com a precipitação pluviométrica (Tabela 1), sendo maiores nos meses mais chuvosos. Isso pode ser explicado pelos mecanismos de perda de calor os quais envolvem também a perda de água, como no período chuvoso a temperatura é mais amena e a umidade do ar é alta, a perda de água do organismo pela respiração e sudorese é canalizada para excreção via urina. O volume urinário estimado, que variou de 0,56 a 1,74 L/dia, encontra-se dentro da faixa informado por Chen e Gomes (1992) de 0,5 a 2,0 L/dia para ovinos. Os autores ressaltaram que essa variação no volume está em função dos animais e dietas.

A excreção de urina e a concentração de uréia e creatinina na urina apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$) entre os períodos, entretanto a excreção de uréia na urina em g/dia e no plasma não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$). Portanto, fica claro que a variação na concentração foi resultado da redução de volume urinário e não de mudança na excreção total diária.

As percentagens de ácido úrico, alantoína e xantina+hipoxantina variaram de 10,81-13,75; 78,04-82,42 e 5,69-8,50%, respectivamente. Esses valores estão dentro dos intervalos observados por Chen e Gomes (1992) de 10-20% para ácido úrico, 60-80% para alantoína e 5-10% para xantina+hipoxantina.

A síntese de proteína microbiana variou de 27,84 a 54,87 g/dia e foi maior ($P < 0,05$) em maio de 2005, quando também foi verificado o maior consumo de nutrientes. Esses valores estão dentro da faixa encontrada por Bueno (2002) trabalhou com ovinos alimentados com feno de alfafa, tifton e braquiária, e

observaram valores de proteína microbiana de 87,5; 31,88 e 22,5 g/dia, respectivamente, o que reflete a disponibilidade e sincronização de nutrientes na caatinga para síntese de proteína microbiana.

Os maiores rendimentos e eficiência de síntese de proteína microbiana ocorreram nos meses de janeiro a maio de 2005 quando houve maior produção de urina, ácido úrico, alantóina e xantina+hipoxantina. Nesses meses também houve maior concentração média de amônia no rúmen, elemento que é indispensável para o crescimento microbiano, desde que associada fonte de energia, estando diretamente relacionada à solubilidade da proteína dietética e à retenção de nitrogênio pelo animal. A utilização de amônia para o crescimento microbiano no presente trabalho pode ser justificada pela dieta que foi fornecida aos animais, composta exclusivamente de forragem e seu reflexo sobre o tipo de microbiota na população ruminal. Russel et al. (1992) informaram que os microrganismos ruminais que fermentam carboidratos estruturais utilizam apenas amônia como fonte de nitrogênio.

Conclusões

Ovinos criados na caatinga ao longo do ano apresentam consumo de nutrientes em função da disponibilidade de forragem.

O valor médio de pH ruminal varia de 7,07 (antes da alimentação) a 6,31 (10 horas após).

A concentração média de amônia permanece acima de 10 mg de amônia/100 mL de líquido ruminal ao longo do ano.

O tempo de renovação, a taxa de desaparecimento e a proporção molar dos ácidos graxos voláteis permanecem inalterados ao longo do ano.

Os maiores rendimentos e eficiência de síntese de proteína microbiana ocorrem quando há maior consumo de nutrientes e concentração de amônia no líquido ruminal.

Referências Bibliográficas

- BEZERRA, E. S., QUEIROZ, A. C., BEZERRA, A. R. G. F., PEREIRA, J. C., PAULINO, M. F. Perfil granulométrico da fibra dietética sobre o tempo médio de retenção e a digestibilidade aparente de dietas para vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2378-2386, 2004 (Supl. 3)
- CANNAS, A., VAN SOEST, P. J.; PELL, A. N. Use of animal and dietary information to predict rumen turnover. **Animal Feed Science and Technology**, v.106, n.1, p. 95-117, 2003.
- 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**. International Feed Resources Unit Rowett Research Institute. Aberdeen, UK. (Occasional publication). 21p. 1992.
- CHURCH, D.C. **El ruminante: fisiología digestiva y nutrición**. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 1993. 641 p.
- DIAS, H. L. C., VALADARES FILHO, S. C., SILVA, J. F. C, PAULINO, M. F., CECON, P. R., VALADARES, R. F. D., RENNÓ, L. N., COSTA, M. A. L. Eficiência de Síntese Microbiana, pH e Concentrações Ruminais de Amônia em Novilhos F1 Limousin x Nelore Alimentados com Dietas Contendo Cinco Níveis de Concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.555-563, 2000.
- DUKES, H. H. **Duke's physiology of domestic animals**. 12^a ed. Cornell University Press. 999p. 2004.
- FAO/IAEA. **Quantification of tannins in tree foliage**. FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture. 2000. p.1-25 (Working Document)
- GABARRA, P. R. **Digestibilidade de nutrientes e parâmetros ruminais e sanguíneos de novilhos Nelore alimentados com fontes protéicas e energéticas com diferentes degradabilidades ruminais**. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2001. 94p.:il.
- HALL, M. B. Recentes avanços em carboidratos não-fibrosos na nutrição de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BOVINOCULTURA DE LEITE: Novos conceitos em nutrição, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001. p.149 - 159.
- HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Ed. Longman Scientific & Technical. 1990. 203p.

HUNGATTE, R. E. **The rumen and its microbes**. New York: Academic Press, 1966. 533p.

LICITRA G.; HERNANDEZ T. M.; VAN SOEST P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n. 4, p. 347-358. 1996

MEHREZ, A.Z.; ØRSKOV, E.R.; McDONALD, I. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **British Journal of Nutrition**, v.38, n.3, p.437-443, 1977.

NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P.; LIMA, M. L. M. **Metabolismo de carboidratos estruturais**. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. Nutrição de Ruminantes. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 183-228.

ØRSKOV, E. R. Starch digestion and utilization in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.63, n.6, p.1624-1633, 1986.

PALMQUIST, D.; CONRAD, H. Origin of plasma fatty acids in lactating dairy cows fed high fat diets. **Journal of Dairy Science**, v. 54, p. 1025, 1971.

PRESTON, T. R. **Tropical animal feeding. A manual for research workers**. Rome: FAO, 1995.
<http://www.fao.org/docrep/003/v9327e/V9327E00.htm#TOC>. Acesso em 02/06/2003

RODRÍGUEZ, N. M.; SALIBA, E. O. S.; GUIMARÃES JÚNIOR, R. Uso de indicadores para estimativa de consumo a pasto e digestibilidade. In: 43ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Anais...** SBZ, João Pessoa-PB, 2006.

RUSSEL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3551-3561, 1992.

SANTOS, G. R. A. **Caracterização da vegetação e da dieta de ovinos em área de caatinga no sertão de Pernambuco**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia, 2007.

SAEG. **Sistema de análises estatística e genética**. Versão 9.1. Viçosa, 2007.

SATTER, L. D.; SLYTER, L L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British Journal Nutrition**, v.32, n.2, p.199-208, 1974.

SILVA, J. F. C.; LEÃO, M. I. **Fundamentos da nutrição de ruminantes**. Piracicaba, SP, Ed. Livroceres, 380p. 1979.

SILVA, D. J., QUEIROZ, A. C. de. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3ª ed. Viçosa-MG: UFV, 2002.

SILVA, S. C.; PEDREIRA, C. G. S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo de pastagem. In: Simpósio sobre Ecossistemas de Pastagens, 3., Jaboticabal, 1997. **Anais...** Jaboticabal : FUNEP, 1997., p. 1-62.

SNIFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein for evaluating cattle diets, II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3562 – 3577, 1992.

SOARES, J. P. G., AROEIRA, L. J. M., VERNEQUE, R. S., PEREIRA, O. G., MARTINS, C. E., VALADARES FILHO, S. C., FERREIRA, W. J. Estimativas do consumo e da taxa de passagem do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) sob pastejo de vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6 (Supl.), p.2183-2191, 2001.

SOUZA, N. H. **Efeitos de níveis crescentes de fibra em detergente neutro na dieta sobre a fermentação e digestão ruminal em bubalinos e bovinos**. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 1999.

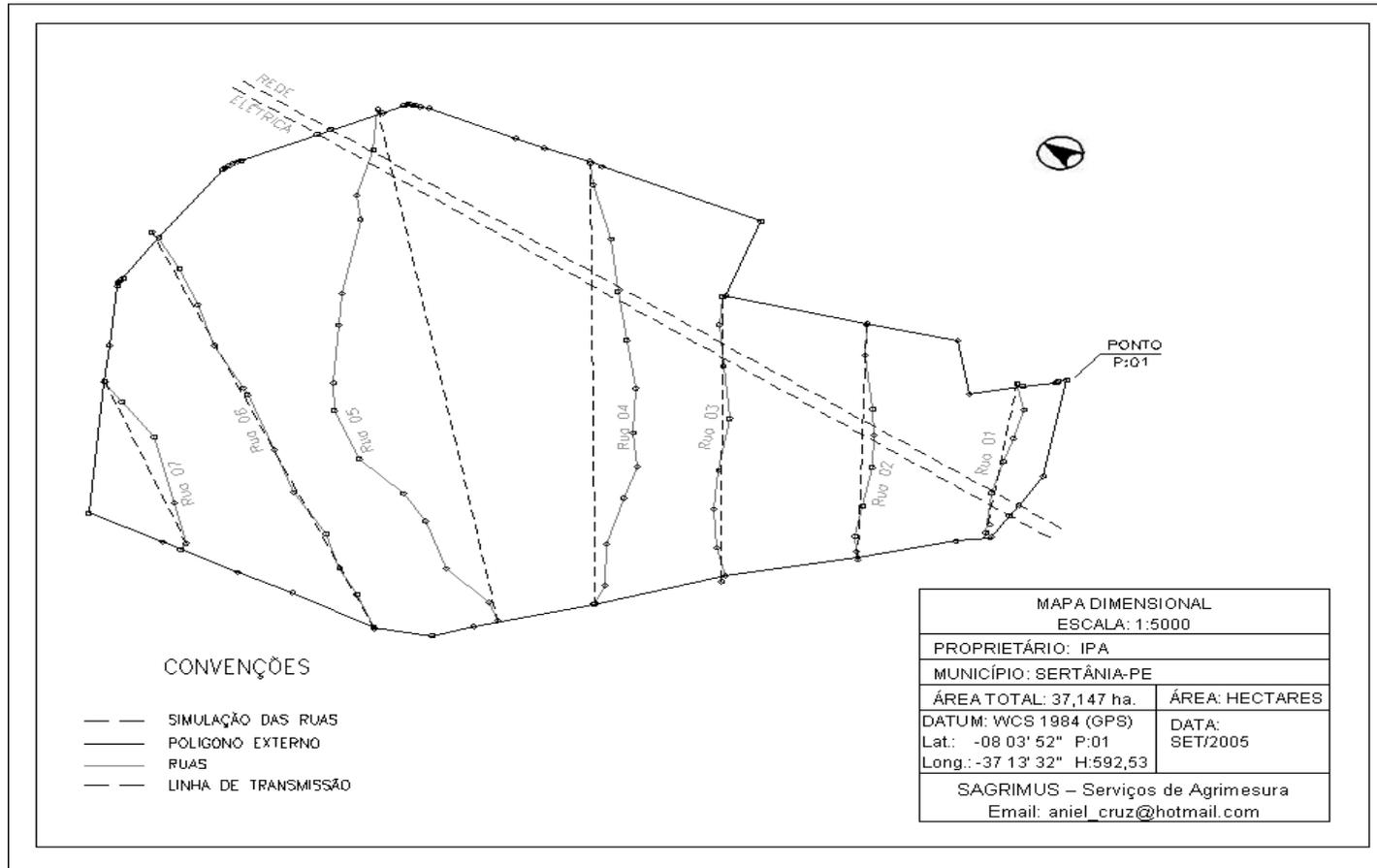
VALADARES FILHO, S. C; PINA, D. S. **Fermentação Ruminal**. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. Nutrição de Ruminantes. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 183-228.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Comstock Publ. Assoc., 1994. 476p.

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

VIEIRA, P. F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídeos em rações para ruminantes**. Viçosa MG:UFV, 1980. 98 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1980.

ANEXO A



Mapa da área experimental, obtido por levantamento topográfico com GPS.

ANEXO B

CRONOGRAMA DAS COLETAS

DIA	COLETA	
	MANHÃ	TARDE
01	07 horas: Pesagem dos animais / Acondicionamento das bolsas para coleta de fezes nos animais 11 horas: Coleta de Urina e Sangue	13 horas: Levantamento Botânico 17 horas: Esvaziamento das bolsas, pesagem e amostragem das fezes
02	07 horas: Esvaziamento das bolsas, pesagem e amostragem das fezes 11 horas: Coleta de Urina e Sangue	13 horas: Levantamento Botânico 17 horas: Esvaziamento das bolsas, pesagem e amostragem das fezes
03	07 horas: Esvaziamento das bolsas, pesagem e amostragem das fezes 11 horas: Coleta de Urina e Sangue	13 horas: Levantamento Botânico 17 horas: Esvaziamento das bolsas, pesagem e amostragem das fezes
04	07 horas: Esvaziamento das bolsas, pesagem e amostragem das fezes / Retirada das bolsas 08 horas: Levantamento Botânico	13 horas: Coleta de Extrusa
05	07 horas: Coleta de Extrusa	13 horas: Levantamento Botânico
06	07 horas: Levantamento Botânico	13 horas: Coleta de Extrusa
07	07 horas: Coleta de Extrusa	13 horas: Levantamento Botânico
08	07 horas: Levantamento Botânico	17 horas: Evacuação Ruminal
09	07 horas: Fluido Ruminal para pH, amônia, AGV e protozoários 11 horas: Fluido Ruminal para pH, amônia, AGV e protozoários	15 horas: Fluido Ruminal para pH, amônia, AGV e protozoários
10	09 horas: Fluido Ruminal para pH, amônia e AGV	13 horas: Fluido Ruminal para pH, amônia, AGV 17 horas: Fluido Ruminal para pH, amônia e AGV
11	Degradabilidade	Degradabilidade
	07 horas: ↑96 h / ↑03 h / ↑12 h 10 horas: ↓03 h	19 horas: ↓12 h
12	Degradabilidade	13 horas: Levantamento Botânico
	07 horas: ↑72 h / ↑24 h 08 horas: Levantamento Botânico	
13	Degradabilidade	13 horas: Levantamento Botânico
	07 horas: ↑48 h / ↓24 h 08 horas: Levantamento Botânico	
14	07 horas: Levantamento Botânico	13 horas: Levantamento Botânico
15	Degradabilidade	Degradabilidade
	07 horas: ↓96 h / ↓72 h / ↓48 h / ↑06 h	13 horas: ↓06 h