

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

ESCOLA DE VETERINÁRIA

Colegiado do Programa de Pós-graduação em Zootecnia

**INDICADORES DE CINÉTICA RUMINAL EM OVINOS
ALIMENTADOS COM FENO DE TIFTON-85 E NÍVEIS
CRESCENTES DE CONCENTRADO**

JULIANA CRISTINA NOGUEIRA COLODO

**BELO HORIZONTE
ESCOLA DE VETERINÁRIA - UFMG**

2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA

Colegiado do Programa de Pós-graduação em Zootecnia

**INDICADORES DE CINÉTICA RUMINAL EM OVINOS
ALIMENTADOS COM FENO DE TIFTON-85 E NÍVEIS
CRESCENTES DE CONCENTRADO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Minas Gerais, como requisito para obtenção do
grau de mestre em Zootecnia
Área: Nutrição Animal
Orientadora: Profa. Dra. Eloísa de Oliveira Simões
Saliba

JULIANA CRISTINA NOGUEIRA COLODO

BELO HORIZONTE
ESCOLA DE VETERINÁRIA – UFMG

2009

C718i Colodo, Juliana Cristina Nogueira, 1982-

Indicadores de cinética ruminal em ovinos alimentados com feno de Tifton-85 e níveis crescentes de concentrado./ Julian Cristina Nogueira Colodo. - 2009.

33 p. : il.

Orientadora: Eloísa de Oliveira Simões Saliba

Co-orientador: Norberto Mário Rodriguez

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária

Inclui bibliografia

1. Ovino - Alimentação e rações - Teses. 2. Feno com ração - Teses 3. Dieta em veterinária - Teses 4. Digestibilidade – Teses I. Saliba, Eloisa de Oliveira Simões. II. Rodriguez, Norberto Mário. III. Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. IV. Título.

CDD – 636.308 5

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ele sempre ouvir minhas preces, mesmo por não receber uma resposta imediata e, com isso, me ensinar a virtude da paciência, a qual não possuo.

A minha família, por me darem um apoio incondicional, educação, amizade, conselhos, amor, carinho, investimento e por serem um exemplo a ser seguido. Hoje, se sou o que sou, devo a vocês.

A Itambé® por fornecer o concentrado para este experimento.

Aos meus amigos de graduação por sempre me apoiarem em especial, Aline Zampar e Rômulo Greficce. Obrigado pelos e-mails, dicas e palavras confortantes.

A professora Eloísa Saliba por ter me aceito como orientada e pela confiança em mim depositada.

Aos professores Lúcio e Iran pelos ensinamentos. Vocês foram um divisor de águas na minha vida acadêmica.

Não poderia deixar de agradecer minhas companheiras Dayana e Marianne. Sem a ajuda de vocês este trabalho não seria possível. Obrigado pela ajuda com os animais no galpão, na hora de picar o feno, nas nossas coletas de madrugada, nossos fins de semana sacrificados no laboratório. Obrigado pelo ombro amigo nos desabafos e incertezas que rondaram no ano que passamos juntas. Com a ajuda de vocês o trabalho ficou mais fácil e divertido.

A meu grande amor Wilson, por ter me acompanhado nessa trajetória, pela ajuda, carinho, compreensão, amor e até mesmo pelas críticas.

A turma do laboratório, Toninho, Margô, Carlos, Dorinha, Kelly, Marcos.

Aos integrantes do GIL, Guilherme, Dayana, Marianne, Nélio, Vando, Stela, Rafael, Éder.

Aos amigos da UFMG, Yuri, Juju, Luciano, Salete, Janaína, Paula, Maria Paula, Mariana, Adelina, João, Leonília. E se me esqueci de alguém, peço desculpas.

A Heloísa do colegiado de pós da zootecnia pela amizade.

A professora Ângela, ao Danilo e ao Dr. Fernando César que me ajudaram na estatística deste estudo.

“...

*Queira! (Queira!)
Basta ser sincero
E desejar profundo
Você será capaz
De sacudir o mundo
Vai!
Tente outra vez!*

*Tente! (Tente!)
E não diga
Que a vitória está perdida
Se é de batalhas
Que se vive a vida
Tente outra vez!..”*

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	8
1. INTRODUÇÃO	8
2. REVISÃO DE LITERATURA	9
2.1 INDICADORES	9
2.2 PARÂMETROS RUMINAIS	10
<i>Ácidos graxos voláteis.....</i>	<i>10</i>
<i>pH ruminal.....</i>	<i>11</i>
<i>Nitrogênio amoniacal.....</i>	<i>12</i>
2.3 CINÉTICA RUMINAL	12
2.4 UTILIZAÇÃO DA LIGNINA PURIFICADA E ENRIQUECIDA LIPE®	16
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5. CONCLUSÕES	26
6. BIBLIOGRAFIA.....	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição bromatológica do feno capim tifton 85 e do concentrado em base de MS	17
Tabela 2. Sorteio dos níveis de concentrado (%) por animal e período	19
Tabela 3. Composição bromatológica das dietas	21
Tabela 4. Médias de consumo de matéria seca das dietas	21
Tabela 5. Digestibilidade aparente de matéria seca (DAMS), proteína bruta (DAPB), fibra em detergente neutro (DAFDN), fibra em detergente ácido (DAFDA).....	22
Tabela 6. Valores de pH, N-NH ₃ (mg/100 mL) e concentrações de AGV (mMol/100 mL líquido) de ovinos alimentados com diferentes níveis de concentrado	23
Tabela 7. Parâmetros de cinética ruminal estimados pelo Co-EDTA por tratamento.....	24
Tabela 8. Parâmetros biológicos da cinética de fluxo de partículas estimados por dieta.....	25

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar um novo indicador de fase líquida, LIPE LÍQUIDO, em comparação ao Co-EDTA, assim como as taxas de passagem de sólidos e digestibilidade de quatro dietas a base de feno de tifton 85 com inclusões crescentes de concentrado. Foram utilizados oito ovinos machos, castrados, divididos em dois quadrados latinos. O consumo de matéria seca aumentou com a inclusão de concentrado. A digestibilidade de matéria seca foi maior na dieta com 70% de concentrado e a digestibilidade proteína bruta foi maior na dieta com 35% de concentrado diferindo estatisticamente das demais dietas. O indicador Co-EDTA estimou volume ruminal médio igual a 5,5 litros. Não foi possível estimar os parâmetros biológicos com o LIPE LÍQUIDO. As taxas de passagens de líquido variaram de 6,88%/h a 10,96%/h e as taxas de passagem de partículas variaram de 1,66 a 2,86%/h.

Palavras-Chave: feno tifton-85, ovinos, taxa de passagem

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the new marker of rumen fluid dilution rate, LIPE LÍQUIDO, compared to the Co-EDTA, and the particulates passage rate and digestibility of four diets based on tifton 85 hay and increasing inclusions concentrate. There were used eight male sheep, divided into two latin square. Dry matter intake increased with the inclusion of concentrate. The digestibility of dry matter in diet with 70% concentrate was higher than others diets. The digestibility of crude protein in diet with 35% concentrate was statistically different from the others diets. The marker Co-EDTA estimated average volume of 5,5 liters. It was not possible to estimate the biological parameters with LIPE LÍQUIDO. The rumen fluid dilution rate varied from 6,88%/h to 10,96%/h and the rate of particles passage ranging from 1,66 to 2,86%/h.

Keywords: Tifton-85 hay, sheep, rate flow

1. INTRODUÇÃO

A alimentação tem a função de suprir a demanda de nutrientes por parte dos tecidos e das diversas atividades metabólicas. Entretanto, fatores como variedade e composição dos nutrientes nos alimentos podem limitar o alcance da quantia exata de cada nutriente nas refeições.

A utilização racional dos alimentos evita o uso de nutrientes em excesso ou escassez e, portanto, reduz a excreção destes no meio ambiente, melhorando a lucratividade, competitividade e sustentabilidade da atividade.

Os ruminantes são encontrados em uma variedade de nichos ecológicos por serem capazes de utilizar os carboidratos fibrosos presentes na parede celular dos vegetais, por meio da simbiose com uma população microbiana diversificada presente no rúmen. Esses animais possuem a capacidade de aproveitar de forma eficiente alimentos de baixa qualidade, tais como palhas e resíduos agroindustriais, também chamados de co-produtos.

No interior do rúmen encontra-se em atividade um sistema complexo, com conteúdos heterogêneos de digesta líquida e sólida e estratificação deste conteúdo em diferentes camadas, nas direções dorso-ventral e crânio-ventral, tornando o processo digestivo nos ruminantes um

sistema dinâmico que envolve a entrada de alimentos no rúmen e a saída de líquidos, microrganismos e resíduos não digeridos.

A disponibilidade de energia e nitrogênio para os microrganismos é determinada pelas taxas de digestão e passagem pelo rúmen, que influenciam a eficiência e a quantidade de proteína microbiana sintetizada. A taxa de passagem consiste no fluxo de resíduos não-digeridos pelo trato digestivo. O fluxo ruminal inclui, além da fibra indigestível, bactérias e outras frações não-degradáveis do alimento. A origem e o processamento do alimento são variáveis que influenciam a extensão e a taxa de digestão e a reciclagem do conteúdo ruminal.

O aumento da taxa de passagem de fluido, ou taxa de diluição, pode influenciar a digestão e aumentar a taxa de passagem em razão da mudança da consistência física da digesta ruminal. Egan e Doyle (1984) demonstraram com ovinos que, partículas muito pequenas dos alimentos fluem com taxa de passagem muito próxima àquela dos fluidos e que esta, quando considerada a porção retículo ruminal, aumenta com a diminuição do tamanho das partículas.

Desta forma, alterações na taxa de passagem da fase líquida estão diretamente relacionadas à síntese de proteína microbiana. Isaacson et al. (1975) verificaram que, à medida que aumentava a

taxa de passagem da fase líquida, paralelamente, elevava-se a quantidade de proteína microbiana sintetizada por unidade de carboidrato fermentado pelos microrganismos ruminais.

Presume-se, portanto, que a eficiência de síntese de proteína microbiana pode ser aumentada em função da possível redução nos requisitos de manutenção das bactérias ao se elevar a reciclagem dos líquidos.

Em função disso, as estimativas do volume ruminal e da taxa de passagem de líquido são de suma importância, pois são necessários para se estimar a produção de metabólitos no rúmen. Estes dois parâmetros podem influenciar o consumo, a digestibilidade, o tempo disponível para fermentação ruminal, a eficiência de síntese dos microrganismos da fase líquida do rúmen, bem como, a taxa de passagem de sólidos.

Dada a importância do conhecimento dos eventos que envolvem a taxa de passagem de fluidos nos ruminantes, faz-se necessária a utilização de marcadores ou indicadores eficientes que permitam este tipo de estudo.

Objetivo deste estudo foi comparar dois indicadores de fase líquida em ovinos alimentados com dietas à base de feno de tifton-85 e inclusões crescentes de concentrado.

referência ou substâncias indicadoras, e, são rotineiramente utilizadas para estimar o fluxo da digesta, digestibilidade e a produção fecal em diversas espécies animais (Berchielli et. al., 2007).

Considera-se um bom indicador aquele que possua as propriedades de ser inerte e atóxico; ser totalmente indigerível e inabsorvível; não apresentar função fisiológica; poder ser processado com o alimento; misturar-se bem ao alimento e permanecer uniformemente distribuído na digesta; não influenciar e não ser

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Indicadores

Os indicadores são compostos de referência usados para monitorar aspectos físicos, como a taxa de passagem, e aspectos químicos, como a hidrólise e síntese, promovendo estimativas qualitativas ou quantitativas da fisiologia animal (Saliba, 1998). Estas substâncias também têm sido denominadas como marcadores, traçadores, substâncias de

influenciado por secreções intestinais, absorção, motilidade, nem pela população microbiana intestinal; possuir método específico e sensível de determinação (Berchielli et. al., 1996, Saliba, 2005, Rodriguez et. al., 2006, Lopes, 2007).

Para as metodologias que utilizam indicadores sejam validadas estas devem ser comparadas com um padrão. No caso da digestibilidade aparente, este padrão é a coleta total de fezes.

Conforme relatado por Rodriguez et al. (2006), comparativamente com técnicas baseadas em processos invasivos, a técnicas dos indicadores minimiza a interferência com os padrões de comportamento animal e simplificam os procedimentos, tendo em vista a não necessidade de utilização de cânulas reentrantes no trato digestivo, sacolas de coleta de fezes e até mesmo esvaziamento do trato digestivo ou abate dos animais.

Os indicadores são classificados em internos e externos. Os indicadores internos são constituintes naturais das dietas, não são digeridos nem absorvidos pelos animais, tais como a Sílica, a Lignina, o Nitrogênio fecal, o Cromogênio, a Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido (FDA) Indigestíveis a Cinza Insolúvel em Ácido e os N-alcanos. Já, os indicadores externos consistem numa variedade de compostos inertes como o óxido crômico, os elementos terras raras (Lantano, Samário, Cério, Ytérbio, Disprósium), o Rutênio Fenantrolina, o Cromo mordante, utilizados para fase sólida e o Cobalto-EDTA, Cromo-EDTA e o Polietilenoglicol (PEG), utilizados para fase líquida (Owens e Hanson, 1992; Moore e Sollenberger, 1997). Recentemente uma nova classe de indicadores foi proposta, os intra-indicadores. São grupamentos constituintes de substâncias que podem ser utilizadas como indicadores, tendo em vista que atendem as regras de um indicador característico (Saliba, 2005).

As transformações digestivas são determinadas por atributos intrínsecos do alimento e por suas interações com os processos cinéticos. Neste enfoque, a expressão quantitativa dos processos cinéticos de digestão e passagem torna-se necessária para estimar mais precisamente a quantidade e composição dos nutrientes digeridos e sua subsequente eficiência de utilização pelo animal (Ellis et al., 1994).

2.2 Parâmetros ruminais

A fermentação ruminal é o resultado de atividades fisiológicas e microbiológicas que convertem os componentes dietéticos em produtos proveitosos para os ruminantes.

A avaliação de parâmetros do rúmen, dentre estes os ácidos graxos voláteis (AGV), o pH, o teor de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$), proporcionam o acompanhamento nutricional da dieta e da sua fermentação.

Ácidos graxos voláteis

A quantidade de carboidratos na dieta, bem como sua fermentação altera a produção de ácidos fermentados no rúmen durante a alimentação. As partes solúveis da parede celular das plantas são rapidamente liberadas e hidrolisadas a monômeros, os quais são prontamente fermentados no rúmen até AGV que reduzem o pH do meio (Owens & Goetsch, 1988). A produção destes ácidos fermentados no rúmen necessita ser balanceada com sua remoção e/ou neutralização (Allen, 1997). A capacidade tamponante da dieta é determinada pelo total de ruminação promovida, a qual favorece maior secreção de saliva no intervalo de alimentação (Bailey & Balch, 1961).

Os AGV encontrados no rúmen são provenientes quase que em sua totalidade da fermentação dos carboidratos dietéticos. Estes ácidos constituem a maior fonte de

energia para os ruminantes, considerando que somente pequena parte dos carboidratos escapa à degradação, no rúmen, após serem ingeridos pelos animais (Coelho & Leão, 1979).

Owens & Goetsch (1988) relataram que com dietas à base de forragens, os AGV suprem cerca de 50-85% da energia metabolizável usada pelos ruminantes. A capacidade de absorção de AGV é cerca de nove vezes a exigência de manutenção de vacas em lactação, por conseguinte, a absorção não é o fator limitante no metabolismo.

Os perfis de produção de AGV variam conforme a dieta. Por exemplo, o tipo da dieta (alta forragem *versus* alto concentrado) é fator determinante da população microbiana do rúmen e afetará o perfil de AGV produzidos. No caso de dieta com alta forragem, um elevado pH ruminal favorecerá as bactérias fibrolíticas e a produção de acetato irá prevalecer. Em contraste, uma dieta com altos níveis de concentrado irá permitir ambiente ruminal com baixo pH, favorecendo as bactérias ácidas tolerantes, contribuindo para digestão do amido e, como resultado, maiores proporções de propionato no rúmen (NRC, 2001).

pH ruminal

Os produtos finais da fermentação fornecem o meio no qual crescerão os microrganismos do rúmen. Dentro do rúmen, há uma complexa e diversificada população microbiana especializada em ambiente anaeróbico com condições normais: pH, 5,5 a 7,2; temperatura, 38 a 42°C; e potencial redox – 250 a -450 mV (Clarke, 1977). O conteúdo do rúmen sofre permanente mudança, como ingestão alimentar, secreções salivares, e produtos do processo de ruminação, gases da fermentação microbiana são removidos e partículas passam para o trato inferior. Grande quantidade da saliva possui

bicarbonato e fosfato onde mantém pH relativamente constante (NRC, 2001)

Russel et al. (1992) classificaram os microrganismos ruminais em dois grupos: os que fermentam celulose e hemicelulose (carboidratos estruturais, CE) e que crescem devagar e utilizam amônia como fonte de N para a síntese de proteína microbiana; e os que fermentam amido, pectina e açúcares (carboidratos não-estruturais, CNE), estes crescem mais rapidamente que aqueles que fermentam CE e utilizam como fonte de N também a amônia e/ou aminoácidos e peptídeos.

Dois fatores determinam quais microrganismos prevalecerão no ecossistema ruminal: os substratos disponíveis e o pH do fluido ruminal. Hobson (1988) afirmou que o pH é o fator mais variável do ecossistema ruminal, sendo capaz de interferir fortemente na população microbiana. A eficiência de crescimento de bactérias predominantes no ambiente ruminal depende muito deste parâmetro, já que elas são bastante sensíveis a pH inferior a 6,0. Em concordância, Orskov & Ryle (1990), discutindo os efeitos associativos dos diversos componentes da dieta sobre a digestibilidade da mesma, destacaram também que a redução do pH ruminal é a principal causa individual de efeitos associativos negativos.

Ederman (1988), citado por Benedetti (1994), relatou que o pH ruminal é relacionado com a concentração de AGV, com sua absorção no rúmen, com o fluxo da água através da parede ruminal, com o fluxo da saliva e dos seus constituintes tamponantes dentro do rúmen, além da acidez dos alimentos e do fluxo direto da água do abomaso para os intestinos.

Normalmente, entre meia hora a quatro horas pós-prandial, o pH encontra-se mais baixo e reflete o balanço entre as taxas de produção de ácidos, a chegada de tampões via saliva e a presença ou

liberação de substâncias tamponantes do próprio alimento (Benedetti, 1994).

Nitrogênio amoniacal

O nitrogênio presente no rúmen é oriundo do nitrogênio não-protéico (NNP) da dieta ou da saliva na forma de uréia, e das proteínas potencialmente fermentáveis no rúmen, tais como: as proteínas dos alimentos, as proteínas endógenas da saliva, as células epiteliais descamadas e os restos dos microrganismos lisados. As proteínas constituem os principais compostos nitrogenados presentes nas forragens (Nolan, 1993; Van Soest, 1994).

A degradação da proteína é um processo múltiplo (Owens & Zinn, 1986; Russel et al., 1991) que envolve solubilização, hidrólise extracelular, transporte para o interior da célula, deaminação e formação de produtos finais (amônia, AGV, bióxido de carbono e metano), enquanto que o termo fermentação refere-se somente aos dois últimos passos (Russel et al., 1991) e o termo digestão aos demais componentes (Valadares Filho, 1995). Portanto, fermentação e digestão são componentes distintos de um processo único, a degradação. De forma geral, todos os microrganismos ruminais parecem estar envolvidos no complexo sistema de degradação protéica ruminal.

A amônia liberada no processo de fermentação de aminoácidos, juntamente com o N amoniacal presente no meio, pode ser incorporada novamente ao processo, na forma de proteína. Porém, em condições normais, a produção de amônia no rúmen muitas vezes excede a sua capacidade de utilização e ocorre acúmulo e posterior remoção do ambiente ruminal, principalmente via difusão, podendo posteriormente retornar ao rúmen ou ser perdida como uréia (Russel et al., 1991; Coelho da Silva, 1992). Segundo Russel et al. (1992), quanto maior for a degradabilidade da proteína da ração, maior será a produção de amônia e,

possivelmente, maiores serão as perdas urinárias de compostos nitrogenados na forma de uréia. A concentração de amônia no rúmen é função do equilíbrio entre as taxas de produção e absorção (Broderick et al., 1991). Sua absorção é feita por difusão passiva através da parede ruminal (Nolan, 1993) e está intimamente ligada à concentração de sua forma não-ionizada no fluido ruminal (potencialmente absorvível), sendo, portanto, função de sua concentração total e do pH do meio (Siddons et al., 1985 citados por Nolan, 1993).

A suplementação de concentrado tem efeito consistente na fermentação ruminal e proporciona redução da concentração de $N-NH_3$. Bargo et al. (2003) em revisão literária, observaram redução significativa na concentração de $N-NH_3$ após suplementação em seis trabalhos e numericamente em três. A redução do $N-NH_3$ ruminal pode estar associada à elevada captura de $N-NH_3$ da Proteína Bruta (PB) de alta degradabilidade ruminal do pasto (Jones-Endsley et al., 1997; Sayers, 1999; Bargo et al., 2002; Reis & Combs, 2002).

2.3 Cinética ruminal

A estimativa da cinética de trânsito de partículas, assim como da taxa de diluição e do volume ruminal, tem sido realizada, normalmente, com emprego de indicadores. Ellis et al. (1980) afirmaram que um indicador apropriado deve se comportar exatamente como a partícula alimentar, não alterando o processo normal de mistura e fluxo. Para estimar o fluxo da fração não-digerida através do compartimento, o indicador deve aderir à partícula do resíduo indigerido e não influenciar o fluxo da partícula marcada, comparada à não-marcada.

Em relação aos indicadores de fase líquida, o polietilenoglicol (PEG), solúvel em água é bastante utilizado. Outros indicadores de fase líquida são os quelatos

de Cr (Cr-EDTA) e Co (Co-EDTA) os quais podem ser utilizados em substituição ao PEG. Ambos os quelatos são solubilizados e seu uso se refere à estimativa do volume de líquido ruminal e taxa de diluição. Ao contrário do PEG, análises para esses componentes são simples e muito precisas (Merchen, 1988).

O PEG é uma molécula grande, que apresenta o problema de não ser completamente recuperado nas fezes e não se distribuir de forma homogênea pela fase líquida da digesta. Em relação aos complexos com EDTA, o Cr-EDTA apresenta recuperação inferior à do Co-EDTA, ainda que ambos tenham comportamento excelente na estimativa desse parâmetro, uma vez que se distribuem por toda a fase líquida da digesta e não são adsorvidos pelas partículas sólidas, o que evita interferências dessa fração. No entanto, a obtenção do complexo Co-EDTA é muito mais difícil, o que pode resultar em concentrações variáveis de Co dentro da molécula (Berchielli et al., 2006).

Berchielli et al. (1996) trabalhando com bovinos relataram que o Co-EDTA apresentou resultados mais próximos do considerado biologicamente aceitável do que o PEG, uma vez que esse estimou volume ruminal de 33,28% do peso vivo.

Recuperação incompleta nas fezes, variação no fluxo de passagem do rúmen, amostragens pouco representativas e delineamento estatístico são os problemas primários associados a experimentos que utilizam indicadores (Merchen, 1988; Titgemeyer, 1997) e, previamente devem ser considerados na elaboração desses experimentos (Rodriguez et al., 2006).

Os fatores que influenciam a taxa de passagem da fase líquida, segundo Owens e Goetsch (1988), são o nível de ingestão, a proporção de concentrado, o indicador utilizado, bem como os locais de amostragem.

A taxa de passagem de líquidos está mais relacionada aos fatores da dieta que tendem a aumentar a osmolalidade ruminal do que ao consumo de água (Faichney, 1986). Segundo Colucci et al. (1990), a osmolalidade do fluido ruminal aumenta após a ingestão de alimentos, com pico entre 1 a 2 horas após a alimentação em bovinos. Neste mesmo trabalho, eles observaram que a ingestão de minerais também pode provocar aumento da osmolalidade ruminal, pois bovinos que receberam mistura mineral *ad libitum* apresentaram maiores valores de osmolalidade do que ovinos que não receberam mistura mineral. Além disso, aumentos no consumo de MS estão relacionados a maiores osmolalidade e taxa de passagem, independentemente do nível de concentrado da dieta, principalmente devido a um aumento na salivação, no consumo de água e possivelmente na difusão de água pela parede ruminal. Harrison et al. (1975) relataram que um aumento na osmolalidade ruminal de ovinos promove uma taxa de diluição mais rápida no rúmen.

De acordo com Lira et al. (2000), as estimativas do volume de líquidos e da taxa de diluição no rúmen são necessárias para determinar a produção de metabólitos no rúmen.

Há várias técnicas disponíveis na literatura para estimar a taxa de passagem (k) ou o tempo médio de retenção ($1/k$) das partículas pelo trato gastrointestinal (TGI) dos ruminantes. A estimativa da taxa de passagem tem sido realizada por metodologias diretas e indiretas. As metodologias diretas apresentam certas limitações técnicas, que trabalhando *in vivo* requer evacuações totais do rúmen, obtendo estimativas mais acuradas para tempo de retenção ruminal (Stensig et al., 1998), embora isto não seja consenso (Firkins, 1997). As metodologias indiretas utilizam indicadores não-absorvíveis (com características de aderirem-se firmemente a

partículas de alimentos), ingeridos ou por meio da infusão de dose única do marcador diretamente no rúmen de animais canulados ou não, e em seguida de amostragem das fezes, em intervalos de tempo pré-estabelecidos, nas quais são analisadas as concentrações do elemento químico utilizado. Posteriormente um modelo matemático é ajustado à curva das concentrações do indicador que visa à determinação dos parâmetros relacionados à dinâmica da passagem das partículas no TGI (Lascano & Quiroz, 1990).

Nos primeiros estudos, os marcadores de partículas utilizados eram tinturas, porém, esta técnica se mostrou ineficiente e deu lugar à utilização dos lantanídeos ou terras raras (Cério – Ce, Itérbio – Yb, Praseodímio – Pr, Európio – Eu, etc.), por se aderirem mais firmemente às partículas alimentares (Lascano & Quiroz, 1990). Esses elementos podem ser utilizados na forma radioativa, embora suas mensurações sejam mais difíceis de operacionalizar, sendo Yb o mais usado (Ellis et al., 1980). Outro elemento metálico de larga utilização é o Cromo (Cr), que é complexado à fração fibrosa do alimento, comumente chamado de cromo-mordentes ou fibra mordante (Udén et al., 1980, Lascano & Quiroz, 1990). A maior vantagem de utilizar o Cr reside no fato de que sua análise é de uso relativamente rotineiro nos laboratórios de nutrição animal.

O uso concomitante de dois ou mais indicadores pode ser aplicado para estimativas simultâneas de taxas de passagem de diferentes componentes dietéticos (Shaver et al., 1988; Batajoo & Shaver, 1994) ou daqueles de distintos tamanhos de partículas de determinados ingredientes (Quiroz et al., 1988; Peyraud & Mambrini, 1992), ou ainda quando do estudo de diferentes tempos de dosificação do indicador (Pond et al., 1989).

Vale ressaltar que os indicadores utilizados, em estudos de cinética de fluxo de partícula, não satisfazem todos os requisitos exigidos para serem considerados ideais (Lascano & Quiroz, 1990; Offer & Dixon, 2000). Limitações inerentes ao seu uso devem ser conhecidas e consideradas, quando na interpretação dos resultados finais obtidos, que devem ser encarados como índices relativos, e não como valores absolutos (Shaver et al., 1988).

A escolha da metodologia da taxa de passagem, o tipo de indicador, bem como a determinação do tempo e o número de colheita de fezes (Detmann et al., 2001) e o modelo matemático utilizado para o ajuste dos dados podem comprometer a avaliação da cinética ruminal.

Ellis et al. (1994) sugeriram o uso de modelos não-lineares nos ajustes matemáticos, que visam ao estudo da cinética de fluxo em ruminantes. Trabalhos realizados utilizam, principalmente, três classes de modelos não-lineares para ajustar dados de concentração fecal de indicadores administrados em dose única. Estas são constituídas por: 1) modelos com compartimentos de mistura independentes do tempo (ou tempo-independentes); 2) modelos com compartimentos de mistura dependentes do tempo (ou tempo-dependentes); e 3) modelos multi-compartimentais. Estes pesquisadores relataram também que os princípios básicos dos modelos com compartimentos de mistura tempo-independentes são: instantânea, contínua e completa mistura do material que entra no compartimento (influxo) em relação a todas as demais partículas ali presentes, ou seja, um compartimento de mistura, que pode ser definida como a massa que é instantaneamente misturada com o influxo; condição de estaticidade (*steady state*), isto é, influxo igual a efluxo, que assegura volume constante no compartimento de mistura, e por último, igual oportunidade de escape das partículas, independente do seu

tempo de permanência no compartimento, ou seja, a probabilidade de escape de cada partícula, sendo determinada somente por sua relação com a massa das demais partículas presentes naquele compartimento.

Essas premissas conduzem à distribuição exponencial dos tempos de residência para a população de partículas presentes no compartimento, ou seja, uma simples diluição do consumo pela massa compartimental, como determinante da competição para escape (Ellis et al., 1994).

Utilizando partículas de forragem de diferentes tamanhos, tingidas com corantes, e administradas em dose única a ovinos, Blaxter et al. (1956), citados por Lascano & Quiroz (1990), sugeriram que o TGI do animal ruminante seria composto por dois compartimentos de mistura. Esses compartimentos seriam representados por dois termos exponenciais (relacionados a diferentes taxas de passagem), além de um compartimento associado a um tempo de atraso, correspondendo àquele necessário para trânsito do indicador desde o duodeno até as fezes. Esses autores atribuíram ao rúmen e abomaso, as respectivas taxas de passagem, rápida e lenta. Interpretação semelhante a esse modelo foi mencionada por Figueira (1991).

Posteriormente, esta mesma equação levou Grovum & Williams (1973) à busca de um significado biológico claro para atribuir aos parâmetros matemáticos gerados. Eles propuseram então, que a taxa de passagem lenta (k_1) representasse a saída do indicador do rúmen-retículo, e àquela rápida (k_2) procuraram associar à passagem do indicador pelo ceco, cólon e possivelmente, em menor importância, pelo abomaso. O tempo de atraso, originalmente proposto por Blaxter et al. (1956), citado por Lascano & Quiroz (1990), denominaram “tempo de trânsito (TT)” no omaso e intestinos delgado e grosso, ou ainda, o tempo transcorrido desde a

dosificação até o primeiro aparecimento do indicador nas fezes. No modelo representado abaixo, o parâmetro “A” foi considerado indefinido sob o ponto de vista biológico que apresenta apenas valor matemático.

$$Y = Ae^{-k_1(t-TT)} - Ae^{-k_2(t-TT)} \text{ para } t \geq TT$$

$$Y = 0 \text{ para } t < TT$$

em que “Y” é a concentração fecal do indicador no tempo “t”.

As recíprocas de k_1 e k_2 são, respectivamente, os tempos de retenção no rúmen (TRR), e no ceco e cólon proximal (TRPOS). O tempo médio de retenção no TGI é obtido por TRR + TRPOS + TT (Beauchemin & Buchanan-Smith, 1989).

Esse modelo de Grovum & Williams (1973), ainda nos dias de hoje, está dentre aqueles mais amplamente usados (Figueira, 1991; Aroeira, 1997; West et al., 1997; Almeida, 1998; Detmann et al., 1999), provavelmente pela consagrada facilidade de interpretação de seus principais parâmetros, bem como pela aplicabilidade prática de seus implícitos conceitos e definições.

O grau de enchimento do retículo-rúmen é um dos principais fatores que limitam o consumo voluntário de dietas baseadas em forragens de baixa qualidade, uma vez que estas apresentam maior tempo de retenção ruminal. Porém, a redução do tempo de retenção por aumento na taxa de passagem tende a diminuir a extensão da digestão da fibra no rúmen e, conseqüentemente, a digestibilidade *in vivo* da dieta. Um método alternativo para avaliar a taxa de remoção da fibra do rúmen é esvaziá-lo e amostrar o conteúdo ruminal em tempos específicos após a alimentação. A separação da fibra em frações digestíveis e indigestíveis possibilitam a estimativa das taxas de digestão e de passagem (Aitchison et al., 1986).

2.4 Utilização da Lignina Purificada e Enriquecida LIPE®

Em estudos de aproximadamente 150 anos, foi possível verificar o interesse científico e econômico sobre a lignina, propiciando concluir que é uma substância amorfa, de natureza aromática e muito complexa, fazendo parte da parede celular e da lamela média dos vegetais (Saliba, 1998).

Klason (1907) foi o primeiro a desenvolver um método para o isolamento da lignina. Removendo os polissacarídeos por reação com ácido sulfúrico 72%, isolando um produto escuro, denominada “Lignina Klason” (LK).

Com a industrialização dos alimentos, houve uma disponibilização crescente de resíduos e palhas que poderiam ser utilizados para a alimentação animal, despertando então o interesse de se conhecer mais sobre a composição da lignina contida nestes e em forrageiras comumente usadas na alimentação animal.

Em 1994 então, iniciou-se no Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG um estudo abrangente envolvendo o isolamento da lignina de palhas de resíduos de cultura de milho e soja, seus efeitos sobre a digestibilidade da fibra e comportamento como indicador em ruminantes (Saliba 1998; Saliba et al., 1999a).

Saliba et al. (2003a) isolaram a lignina e a enriqueceram com grupamentos fenólicos não comumente encontrados na lignina da dieta animal. Esse trabalho deu origem a um hidroxifenilpropano modificado e enriquecido denominado LIPE®, um indicador externo de digestibilidade desenvolvido especificamente para pesquisas.

O LIPE® foi inicialmente utilizado em estudo de consumo e digestibilidade em coelhos, suínos, ovinos, e eqüinos com

diferentes dietas (Saliba et al., 2003b, Saliba et al., 2003c). As estimativas de produção fecal e digestibilidade revelaram a eficiência do LIPE® como indicador externo, não apresentando diferenças estatísticas com relação à coleta total. Além disso, apresentou as vantagens de um curto período de adaptação e ser de baixo custo. A taxa de recuperação fecal do LIPE® foi de 97,9% e 99,23% para os coelhos, 95,9% nos ovinos, 102,6% e 94,6% nos suínos, e 96% nos eqüinos. Estes estudos mostram que o LIPE® é um indicador externo confiável para estudos de digestibilidade nestas espécies.

Com frangos de corte (Saliba et al., 2005a), o LIPE® também mostrou ser um bom indicador de digestibilidade de nutrientes e da energia de vários alimentos comparado com o método padrão de coleta total.

Assis (2005) avaliando respostas fisiológicas de vacas de leite sob pastejo suplementadas ou não com volumoso, utilizou o LIPE® como indicador externo para estimativa da produção fecal total. Os consumos de matéria seca médios obtidos para as vacas primíparas (13,9 kg/MS/dia) e múltíparas (15,9 kg/MS/dia) neste experimento foram aproximados aos recomendados pelo NRC (2001). Pode-se concluir com este experimento que o LIPE® foi capaz de estimar adequadamente a excreção fecal e o consumo de bovinos de corte criados a pasto.

Métodos diretos e indiretos têm sido desenvolvidos para quantificar o conteúdo de material do rúmen-retículo, as taxas de passagem de suas fases sólida e líquida e a taxa de degradação. As medições diretas do conteúdo ruminal e da taxa de passagem podem ser realizadas fazendo-se a evacuação ruminal e a determinação do fluxo diário de material. Com o intuito de estudarmos uma substância derivada do LIPE® e poderia funcionar como indicador

de fase líquida foi desenvolvido o LIPE LÍQUIDO (Saliba e Norberto, 2009).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas dependências do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (Belo Horizonte/MG) no período de junho a setembro de 2007. Foram utilizados oito ovinos adultos, sem raça definida (SRD), pelo curto, machos, castrados, canulados no rúmen, com peso vivo (PV) médio de 50 ± 6kg. Os animais foram previamente vermifugados e alojados em gaiolas metabólicas, individuais, confeccionadas em aço, adaptadas para colheita separada de urina e fezes. As gaiolas dispunham de

bebedouro e cocho em aço inox para os alimentos e cocho de polietileno para a mistura mineral.

As dietas experimentais foram feno de capim Tifton 85 (*Cynodon* sp) e 10, 35 e 70% de inclusão de concentrado comercial, com ingestão de água e sal mineral *ad libitum*. As dietas foram divididas em duas refeições iguais, oferecidas às 7h e 16h. As sobras foram colhidas diariamente pela manhã, pesadas e a quantidade de alimento oferecido baseou-se nesse valor acrescido do necessário para que se mantivesse 10% de sobras.

A composição bromatológica do feno de capim tifton 85 e concentrado comercial encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Composição bromatológica do feno capim tifton 85 e do concentrado em base de MS

Nutriente ¹	Alimento	
	Feno capim tifton 85	Concentrado comercial
MS (%)	90,22	88,27
PB (% da MS)	7,61	19,80
FDN (% da MS)	90,63	45,14
FDA (% da MS)	52,78	47,27
HEM (% da MS)	29,57	4,41
CEL (% da MS)	53,84	41,31
LIG (% da MS)	7,22	1,55
MM (% da MS)	4,37	6,14

¹MS: Matéria Seca; PB: Proteína Bruta; FDN: Fibra Detergente Neutro; FDA: Fibra Detergente Ácido; HEM: Hemiceluloses; CEL: Celulose; LIG: Lignina; MM: Matéria Mineral

Cada período experimental teve duração de 28 dias, sendo 15 dias para adaptação à dieta, e cinco dias de coleta total de fezes para determinação da digestibilidade (16° ao 20° dia). As taxas de passagem no rúmen de fluidos foram avaliadas do 21° ao 22° dia e de sólidos do 23° ao 27° dia.

A determinação do consumo das dietas foi feita pela diferença de peso entre fornecido e sobras, corrigidos pela MS.

Foram feitas amostras compostas por tratamento em cada período para posteriores análises.

A cinética de fluidos pelo rúmen-retículo foi determinada utilizando-se o Co-EDTA, conforme preconizado por Udén et al. (1980) e o indicador LIPE LÍQUIDO (hidróxifenilpropano solúvel em água). O complexo Co-EDTA foi fornecido em dose única, de 0,5 g por animal, e o LIPE LÍQUIDO em dose única de 2 g por animal, ambos diluídos em 100 mL de água

destilada e infundidos no rúmen, através da fistula. Foram coletadas amostras de 200 mL de fluido ruminal com auxílio de uma mangueira de plástico nos tempos 0 (pré-dosagem) e 2, 4, 6, 9, 12, 18 e 24 horas pós-dosagem. O líquido ruminal foi coletado e filtrado numa camada dupla de fralda de pano e acondicionado em tubos de 200 mL, imediatamente após a colheita, foi medido o pH através de potenciômetro digital. Os tubos foram devidamente identificados, e congelado para posterior análise.

Para a taxa de passagem de sólidos foi empregado o Cr ligado à parede celular, um complexo denominado Cr-mordante (Udén et al., 1980; Van Soest, 1994), cuja técnica de utilização, conhecida como dose pulso, amplamente empregada em estudos de cinética de trânsito, consiste na aplicação de uma única dose e subsequente amostragem fecal a tempos definidos, com vistas a caracterizar a curva de excreção do indicador nas fezes (Burns et al., 1994), posteriormente ajustada por meio de modelos matemáticos não-lineares. Foi pesado 10 g de Cr-mordante envolto em papel de filtro e colocado diretamente na fístula do animal. Os tempos de amostragens de fezes foram 0 (pré-dosagem), 3, 6, 9, 12, 15, 18, 24, 48, 72, 96, e 120 horas pós-dosificação.

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da UFMG.

As amostras de fezes foram descongeladas em temperatura ambiente e secadas em estufa com ventilação forçada regulada para 55°C. As amostras de fezes, do feno de tifton 85 e concentrado comercial foram moídas a 1 mm em moinho tipo Willey. A determinação de matéria seca (MS) foi realizada em estufa a 105° C até peso constante. Foram determinados também: matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), segundo AOAC International (Cuniff, 1995). As determinações da FDN e FDA foram

realizadas conforme o método descrito por Robertson e Van Soest (1981), por intermédio do equipamento ANKOM, conforme metodologia descrita por Berchielli et al. (2001). A análise de lignina Klason, foi realizada pela adição de ácido sulfúrico 72% diretamente na amostra.

As amostras de líquido ruminal foram descongeladas e centrifugadas a 5.000 rpm por 15 minutos em centrífuga Sorvall RC-5B Refrigerated Superspeed Centrifuge (Du Pont Instruments®). A leitura da concentração de Cobalto foi feita no sobrenadante em espectrofotômetro de absorção atômica com chama de acetileno, do aparelho VARIAN® Spectr AA 220FS / Fast Sequential, segundo Cunniff (1995).

Alíquotas de 8 mL de líquido ruminal foram separadas para análise de AGV e adicionadas 2 mL de ácido metafosfórico a 25%. As análises de AGV foram realizadas por cromatografia gasosa utilizando-se o aparelho SHIMADZU CG 10 AD, com coluna capilar Nukol 0,25 µm.

Foram tomadas 100 mL de líquido ruminal e adicionados 1 mL de ácido sulfúrico a 50% para análise de N-NH₃, segundo técnica de Fenner (1956), adaptado por Vieira (1980).

Para as amostras do LIPE LÍQUIDO, 30 mL do sobrenadante foram colocadas em copos de plásticos de 50 mL e secadas em estufa regulada 55°C. O processo de oxidação com nitrobenzeno foi realizado adicionando-se 5 mL de água deionizada, 7 mL de hidróxido de sódio a 2,5N. Esta mistura foi colocada em tubos de ensaio com rosca e adicionado 1 mL de nitrobenzeno. Este tubo de ensaio foi levado ao microondas na potência 1 por 3 minutos. Após o total esfriamento, o volume foi despejado em balão de decantação. Foram feitas três lavagens com 30 mL de clorofórmio cada uma e despejado a parte de baixo do balão. Adicionaram-se 5 mL de HCl 3N e 15 mL

de clorofórmio. Deixou-se em repouso por 1 hora. Após este tempo, a parte posterior do balão foi filtrada em papel de filtro em bquer de 50 mL e deixou-se evaporar em ambiente. Após a evaporação ocorreu o processo de sililação. Para o padrão de LIPE LÍQUIDO retirou-se alíquota de 10 µL do padrão e 10 µL de BSTFA num “ependorff”. Este foi levado ao microondas na potência 2 por dois minutos. Injetou-se 1 µL do padrão sililado no cromatógrafo gasoso SHIMADIZU CG 10 AD, com coluna capilar de metil silicona e fez-se a leitura. A amostra, depois de evaporada, foi retomada com 250 µL de acetonitrila. Retirou-se uma alíquota de 10 µL e adicionou-se 10 µL de BSTFA. Procedeu-

se da mesma forma que o padrão para a leitura.

Para a análise do cromo nas fezes foi utilizada a metodologia proposta por Williams et al. (1962).

O delineamento utilizado foram dois quadrados latinos 4x4 rodados simultaneamente (animais x dieta), sendo que para análise da taxa de passagem de líquidos a parcela foi dieta, a subparcela os indicadores e a subsubparcela os tempos de coleta. Para a análise de variância da taxa de passagem de sólidos a parcela foi dieta e a subparcela os tempos de coleta. O sorteio das dietas por período é mostrado na Tabela 2.

Tabela 2. Sorteio dos níveis de concentrado (%) por animal e período

Período	Animal							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	35	10	70	35	0	70	10
2	10	70	0	35	10	35	0	70
3	70	0	35	10	70	10	35	0
4	35	10	70	0	0	70	10	35

Foi utilizado o seguinte modelo para a análise do consumo:

$$Y_{ijkl} = \mu + d_i + a_j + p_k + e_{ijk}$$

Onde:

Y_{ijkl} = valor observado relativo ao suplemento **i**, ao animal **j**, ao período **k** e ao tempo **l**;

μ = média geral;

d_i = efeito da dieta **i**, sendo **i** = 0, 10, 35 e 70%;

a_j = efeito do animal **j**, sendo **j** = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8;

p_k = efeito do período **k**, sendo **k** = 1, 2, 3, 4;

e_{ijk} = erro atribuído às parcelas

Foi utilizado o seguinte modelo para a análise dos indicadores de fase líquida:

$$Y_{ijkl} = \mu + QL_i + A_{j/QL} + P_k + T_l + E_{ijkl}$$

Onde:

Y_{ijkl} = observação da dieta **i**, no indicador **j**, na avaliação **k** da repetição **l**;

μ = efeito médio geral;

QL_i = Efeito do quadrado latino na dieta **i**, sendo **i** = 0, 10, 35 e 70%;

$A_{j/QL}$ = Efeito do indicador **j**, sendo **j** = LIPE LÍQUIDO e Co-EDTA;

P_k = Efeito do período na avaliação **k**

T_l = Efeito dos tempos na dieta **i**

E_{ijkl} = erro aleatório atribuído a subparcela na dieta **i**, do indicador **j**, no tempo de avaliação **k** da repetição **l**.

Foi utilizado o seguinte modelo para análise da taxa de passagem de sólidos:

$$Y_{ijkl} = \mu + QL_i + D_i + A_j + P_k + \alpha_{ijk} + T_l + D_{tl} + E_{ijkl}$$

Onde:

Y_{ijkl} = valor observado relativo ao suplemento i , ao animal j , ao período k e ao tempo l ;

μ = média geral;

QL_i = Efeito do quadrado latino na dieta i , sendo $i=0, 10, 35$ e 70% ;

Di = efeito da dieta i , sendo $i = 0, 10, 35$ e 70% ;

A_j = efeito do animal j , sendo $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$;

Pk = efeito do período k , sendo $k = 1, 2, 3, 4$;

α_{ijk} = erro atribuído às parcelas

Tl = efeito do tempo l ;

D_{til} = efeito da interação do i -ésimo nível do dieta i , com o l -ésimo nível do tempo l ;

E_{ijkl} = erro aleatório atribuído às sub-parcelas.

Os parâmetros da cinética da fase líquida no rúmen foram estimados pelo processo iterativo do algoritmo Marquardt, com auxílio do procedimento para modelos não-lineares (PROC NLIN) do SAS... (1985) para cada um dos tratamentos avaliados, a partir da utilização conjunta dos dados das oito repetições disponíveis (ovinos), obtendo, portanto, valores médios para caracterizar as referidas condições estudadas.

Para ajuste aos dados das concentrações de cobalto nas amostras de líquido ruminal foi utilizado o modelo exponencial unicompartimental relatado por Colucci (1984), cuja expressão é:

$$Y = A * e^{-k*t}$$

Onde: “Y” e “A” (ppm) referem-se às concentrações do indicador nos tempos “t” e zero, respectivamente; e k (/h) corresponde à taxa constante de diluição ou taxa de passagem da fase líquida no rúmen.

Para Co-EDTA o volume de fluido ruminal (V, litros) foi estimado a partir da relação entre a quantidade de cobalto administrada (mg) e o valor de “A”

estimado pelo modelo. O tempo de reciclagem (TR, h) foi calculado como a recíproca da taxa de passagem da fase líquida no rúmen (“k”). A taxa de reciclagem (TxRec, número de ciclos durante 24 horas) foi calculada como $24/TR$. A taxa de fluxo (TxF, litros/h) foi calculada como o produto do volume de fluido ruminal (V) pela taxa de passagem da fase líquida no rúmen (k).

Os resultados de consumo foram analisados através de análise de variância em um modelo linear do PROC GLM do SAS... (1985). A comparação de médias foi feita pelo teste SNK ao nível de 5% de probabilidade.

Os parâmetros da cinética de fluxo da fase sólida no rúmen foram estimados pelo processo iterativo do algoritmo Marquardt, com auxílio do procedimento para modelos não-lineares (PROC NLIN) do SAS... (1985), segundo o modelo descrito por Grovum e Willians (1973) para cada um dos tratamentos avaliados, a partir da utilização conjunta dos dados das oito repetições disponíveis (ovinos), obtendo, portanto, valores médios para caracterizar as referidas condições estudadas.

$$Y = A e^{-k_1(t-TT)} - A e^{-k_2(t-TT)}, \text{ para } t > TT$$

em que:

Y = concentração do indicador;

t = tempo de amostragem;

TT= tempo de trânsito;

k_1 = estimativa da taxa de passagem do indicador no retículo-rúmen;

k_2 = estimativa da taxa de passagem do indicador no trato inferior;

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 encontram-se as composições bromatológicas das dietas.

Tabela 3. Composição bromatológica das dietas

Nutriente ¹	Níveis de concentrado na dieta (%)			
	0	10	35	70
MS (%)	90,22	90,03	89,54	88,86
PB (% da MS)	7,61	8,83	11,88	16,14
FDN (% da MS)	82,57	78,94	69,85	57,13
FDA (% da MS)	53,90	52,63	49,47	45,04
HEM (% da MS)	29,66	27,12	20,77	11,87
CEL (% da MS)	53,84	52,59	49,45	45,07
LIG (% da MS)	7,22	6,65	5,23	3,25
MM (% da MS)	4,37	4,55	4,99	5,61

¹MS: Matéria Seca; PB: Proteína Bruta; FDN: Fibra Detergente Neutro; FDA: Fibra Detergente Ácido; HEM: Hemiceluloses; CEL: Celulose; LIG: Lignina; MM: Matéria Mineral

Na Tabela 4 são apresentadas as médias de consumo de matéria seca (CMS) das dietas e coeficiente de variação.

Tabela 4. Médias de consumo de matéria seca das dietas

Consumo MS	Níveis de concentrado na dieta (%)				
	0	10	35	70	CV (%)
g/dia	928,8 b	1074,5 b	1537,9 a	1777,5 a	32,65

Médias com letras iguais não diferem significativamente pelo teste SNK ($p > 0,05$).

O consumo variou de 1,8% a 3,55% do Peso Vivo. O CMS foi menor e igual nas dietas com 0 e 10% e maior e igual nas dietas com 35 e 70% de concentrado ($p > 0,05$). O consumo é regulado de acordo com o enchimento físico do retículo-rumen (Allen, 1997), *feed back* negativo por meio de metabólitos (Illius e Jessop, 1996) e hormônios (Forbes, 1995). Cada teoria pode ser aplicada em determinada condição, sendo o mecanismo de regulação do consumo influenciado por vários desses fatores simultaneamente (NRC, 2001).

Karue et al. (1973) sugeriram que a ingestão de forragens de baixa qualidade é limitada principalmente pelos fatores físicos e está relacionada diretamente ao peso vivo, enquanto dietas ricas em concentrado estão mais relacionadas aos requisitos metabólicos.

Como as dietas 0 e 10% apresentaram maior porcentagem de FDN (82,57 e 78,94%, respectivamente) do que as dietas 35 e 70%, tiveram menor consumo. Isto pode ser explicado pelo fato de que o consumo de dietas com maiores proporções de FDN está diretamente relacionado com o efeito do enchimento ruminal, o que representa grande limitação para a ingestão de matéria seca (Allen, 2000).

As dietas 0 e 10% apresentaram valores de 7,61 e 8,83% de PB, enquanto que as dietas 35 e 70% 11,88 e 16,14% de PB. Baixo teor de proteína na dieta também é fator que influi diretamente no CMS, principalmente por limitar a digestão da fibra das forragens. Isso porque os microrganismos ruminais necessitam de quantidade mínima de nitrogênio (1% da

MS) para que possam se desenvolver (Van Soest, 1994).

A relação concentrado:volumoso tem sido apontada como responsável por afetar o CMS em vários estudos. Entretanto, tais resultados são provavelmente associados à quantidade e digestibilidade das fibras das forragens. Em geral, o aumento da proporção de concentrados em até 60% da MS da dieta eleva o consumo de alimentos (NRC, 2001). Entretanto, o nível de suplementação das dietas para ruminantes, constituída de forragem oferecida *ad libitum* tem suas limitações. Por exemplo, em relação ao consumo total de MS, 10% de concentrado normalmente é consumido adicionalmente, enquanto níveis mais altos tenderão a provocar a substituição do CMS da forragem pela do concentrado (Thiago e

Gill, 1993), podendo essa substituição variar com diversos fatores, entre eles com a digestibilidade da forragem (Forbes, 1995).

A taxa de substituição é diretamente proporcional à qualidade da forragem, ou seja, quanto melhor a forragem, maior tende a ser a taxa de substituição. Isso sugere que as restrições físicas controlam a taxa de substituição em forragens de baixa e média qualidade, e que as restrições metabólicas passam a ter maior importância no caso das forragens de boa qualidade (Forbes, 1995).

Na Tabela 5 são apresentados os valores de digestibilidade aparente para cada nível de inclusão do concentrado.

Tabela 5. Digestibilidade aparente de matéria seca (DAMS), proteína bruta (DAPB), fibra em detergente neutro (DAFDN), fibra em detergente ácido (DAFDA)

	Níveis de concentrado na dieta (%)				R ²	CV
	0	10	35	70		
DAMS	62,15 C	63,49 C	71,05 B	77,30 A	0,87	5,03
DAPB	31,99 B	33,68 B	48,58 A	45,63 A	0,87	8,37
DAFDN	41,56	42,45	40,63	39,81	0,82	13,45
DAFDA	24,96	23,96	30,60	33,72	0,67	21,67

Médias com letras iguais na linha não diferem significativamente pelo teste SNK ($p > 0,05$).

A digestibilidade de matéria seca aumentou com a inclusão de concentrado na dieta. Rodrigues et al. (1996) trabalhando com bovinos, também encontraram maiores digestibilidade de MS com o aumento do nível de concentrado nas dietas. Araújo et al. (1998), avaliando dietas com níveis de concentrado variando de 10 a 90%, tendo os valores médios obtidos variando de 53,5 e 73,0%, verificaram que a DAMS aumentou linearmente com a inclusão de concentrado na dieta.

Os valores médios obtidos de DAPB variaram de 31,99 a 48,58%, sendo as dietas 35e 70% de inclusão de concentrado iguais, mas diferentes

estatisticamente das dietas 0 e 10%. Resende et al. (2001) encontraram valores de digestibilidade de PB variando de 73,41 a 68,90% em dietas com níveis de concentrado de 15 a 75% de inclusão. Rodrigues et al. (1996) não encontraram diferenças na DAPB, ao utilizarem variados níveis de concentrado na dieta encontrando valores médios de 66%, o mesmo sendo observado por Andrade (1992) e Oliveira et al. (1994). Já Lima (1986) encontrou maiores DAPB para a ração com maior proporção de concentrado.

Não houve diferença entre a digestibilidade da FDN no presente estudo, encontrando-se valor médio de 41,11%.

Araújo et al. (1998) verificaram decréscimo linear na digestibilidade da FDN, com o aumento dos níveis de concentrado na dieta de 10 para 90%, tendo valores médios da digestibilidade da FDN variando de 50,8 a 29,4%, respectivamente. Já Bürger et al. (2000a), não verificaram influência dos níveis de concentrado na dieta sobre a digestibilidade da FDN, obtendo valor médio de 49,3%. Dutra et al. (1997) e Berchielli (1994) também não observaram efeito ($p>0,05$) sobre a degradabilidade da FDN com a inclusão de concentrado nas dietas, tendo como valores médios de 21,7 e 44,1%, respectivamente. Rodrigues et al. (1996) verificaram maior digestibilidade da FDN para a dieta que continha 12,5% de

concentrado, não havendo diferenças entre as dietas com 25, 37,5 e 50% de concentrado.

Os valores obtidos para digestibilidade da FDA também não diferiram estatisticamente, encontrando-se valores médios de 28,11%. Rodrigues et al. (1996) não observaram diferença na digestibilidade de FDA, sendo o valor médio obtido de 49,5%.

Os valores de pH, N-NH₃ e concentrações de AGV dos ovinos encontram-se na Tabela 6. Não houve interação significativa entre os horários de coleta para os parâmetros estudados.

Tabela 6. Valores de pH, N-NH₃ (mg/100 mL) e concentrações de AGV (mMol/100 mL líquido) de ovinos alimentados com diferentes níveis de concentrado

Item	Níveis de concentrado na dieta (%)				CV (%)
	0	10	35	70	
pH ¹	6,64a	6,51a	6,40a	6,08a	7,87
N-NH ₃ (mg/100 mL) ¹	15,42d	20,48c	24,62b	37,67a	9,99
Acetato ²	7,17	7,56	8,28	8,30	33,9
Propionato ²	2,78b	3,60ab	3,53b	4,70a	54,47
Butirato ²	0,49d	0,72c	0,90b	1,1a	42,1

¹Médias com letras distintas na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste SNK ($p<0,05$)

²Médias com letras distintas na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste de T ($p<0,05$)

Não houve diferença ($p<0,05$) entre os horários de coleta e nos diferentes níveis de inclusão de concentrado à dieta. Estes valores são compatíveis com os valores de Mould et al. (1983) para manutenção do pH ruminal entre 6,2 e 7,0 com vistas ao bom desenvolvimento microbiano ruminal. De acordo com Franco et al. (2002), em ambiente ruminal normal, o pH varia de 5,5 a 7,0, valores similares aos encontrados neste trabalho e, também, estão de acordo com o trabalho de Owens et al. (1988) que reportaram que o pH do fluido ruminal varia entre 5,5 e 6,5 para dietas concentradas, e de 6,2 a 7,0 para dietas constituídas exclusivamente de volumosos.

Houve diferença significativa ($p<0,05$) em todos os níveis de inclusão de concentrado no parâmetro N-NH₃, variando

de 15,42 a 37,67 mg/100 mL, mas os valores encontrados estão de acordo com Satter et al. (1974) que estabeleceram que 5 mg N/100 mL de N-NH₃ no fluido ruminal seriam o mínimo ideal para a ocorrência de máxima fermentação microbiana ruminal. As concentrações de N-NH₃ apresentaram aumentos lineares com a elevação nas proporções de concentrado da ração. Esperava-se que as concentrações de N-NH₃ não variassem com o aumento nos níveis de concentrados ou de energia, mas a resposta contrária foi possivelmente em virtude do aumento nas concentrações de PB das rações, relatado por Tibo et al. (2000). Comportamento semelhante para as variações nas concentrações de N-NH₃ no fluido ruminal foi obtido por Valadares et al. (1997), que forneceram dietas com

níveis de PB que variaram de 7,0 a 14,5% a bovinos.

Os valores de concentração de AGV encontrados neste trabalho estão dentro da faixa ótima, de 6 a 15 mMol/100 mL, citada por Bergman (1990). Não houve diferença significativa de acetato nos diferentes níveis de inclusão de concentrado. O teor de propionato na proporção de 70% na dieta foi diferente sem a inclusão de concentrado e na proporção de 35%, sendo igual na de 10%. O aumento de propionato pelo nível de concentrado tem sido explicado pela tendência de bactérias amilolíticas em produzir propionato. (Blaxter, 1962). A concentração de butirato aumentou com o nível de inclusão de concentrado à dieta.

Neste presente estudo o indicador LIPE LÍQUIDO não apresentou valores próximos ao biológico. Mais estudos para aperfeiçoar sua determinação analítica devem ser feitos, portanto só serão apresentados os parâmetros obtidos com o indicador Co-EDTA.

Na Tabela 7 estão os parâmetros de cinética ruminal estimados pelo Co-EDTA por tratamento. Dois animais foram retirados, sendo um do tratamento com inclusão de 35% de concentrado e um do tratamento com inclusão de 70% de concentrado, por não apresentarem valores biológicos.

Tabela 7. Parâmetros de cinética ruminal estimados pelo Co-EDTA por tratamento

Nível de concentrado (%)	Co-EDTA					
	V (L)	K (%/h)	TR (h)	TxRec (vezes/dia)	TxF (L/h)	R ²
0	5,3	6,88 ^a	14,54 ^a	1,65 ^a	0,37	0,81
10	5,5	7,50 ^a	13,34 ^a	1,80 ^a	0,41	0,75
35	5,5	10,22 ^b	9,79 ^b	2,45 ^b	0,56	0,71
70	5,8	10,96 ^b	9,12 ^b	2,63 ^b	0,63	0,92

V = volume (L); k = taxa de diluição (%/h); TR = taxa de retenção (h); TxREC = taxa de reciclagem (vezes/dia) TxF = taxa de fluxo (L/h).

Médias seguidas por letras iguais, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste SNK ($p > 0,05$)

O volume ruminal não apresentou diferença estatística ($p > 0,05$) entre as dietas, sendo 10,6 a 11,6% do PV, apesar de inclusões crescentes de concentrado comercial às dietas. Estes valores encontrados demonstram a importância do estudo de novos indicadores de fase líquida. Os valores encontrados neste estudo foram superiores aos relatados por Borges (1988) que encontrou volume entre 4,61 e 5,41 litros, trabalhando com carneiros e feno de leucena, utilizando como indicador o PEG. Guimarães (1986) encontrou valores de volume ruminal variando de 6,71 a 8,23 em carneiros com dietas à base de resíduos da cultura de milho adicionados de uréia e

hidróxido de amônio, respectivamente. Colucci et al. (1990), trabalharam com Co-EDTA para estimar volume ruminal, encontraram volumes variando de 4,67 a 5,92 em carneiros com baixa ingestão de matéria seca e dietas composta 80:20, 55:45 e 30:70 de feno de alfafa:soja e, com alta ingestão de matéria seca, o volume variou de 4,43 a 6,59 litros. Neste trabalho, esses autores verificaram o baixo volume ruminal à medida que aumentaram a soja na dieta, sendo contrário ao observado no presente estudo.

Segundo Colucci (1984), têm sido relatados problemas com a estimativa do volume de líquido ruminal nos trabalhos em

que se utilizaram altos níveis de concentrado na dieta, levando a alterações na viscosidade do conteúdo ruminal e, conseqüentemente, na mistura instantânea do indicador, podendo fazer com que a concentração desse indicador nos primeiros tempos de coleta seja menor que nos tempos finais.

A taxa de passagem da fase líquida aumentou com a inclusão do concentrado à dieta, sendo as dietas 0 e 10% de concentrado foram estatisticamente iguais, mas diferentes das dietas 35 e 70% que foram semelhantes entre si ($p>0,05$). As taxas de passagens de líquido variaram de 6,88 a 10,96%/h e a taxa de reciclagem aumentou de 1,65 a 2,63 vezes/dia. Partículas menores e maiores densidades da dieta provocam maiores taxas de passagem (Thiago e Gill, 1993). Bürger et al. (2000b) obtiveram taxas de passagem de 6,97 a 10,21%/h, trabalhando com bezerras holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado.

Dietas com maiores níveis de ingestão de matéria seca apresentaram maiores taxas de diluição neste estudo, assim como encontrado por Colucci et al. (1990). Borges (1988) encontrou taxas de passagem de 20,64%/h e 12,57%/h e taxas de reciclagem de líquidos de 4,84 e 7,86 horas, para feno de leucena com idade de 91 e 127 dias de idade de corte, respectivamente.

Segundo Colucci et al. (1990), o aumento da taxa de fluxo pode ser explicado pelo aumento da salivação, consumo de água e uma possível difusão da água através da parede ruminal, o que interfere na osmolalidade ruminal. O mesmo pôde ser observado no presente trabalho.

Na Tabela 8 são apresentados os resultados da taxa de passagem de sólidos. Foram retirados dois ovinos na dieta com 0% de conetrado, pois estes não apresentaram dados biológicos de acordo com o modelo de Grovum e Willians (1973).

Tabela 8. Parâmetros biológicos da cinética de fluxo de partículas estimados por dieta

Nível de concentrado (%)	Cr-mordante						
	k1 (%/h)	k2 (%/h)	TT	TRR	TRPOS	TMR	R ²
0	1,66	9,81	16,63	60,19	10,2	87,02	0,52
10	1,88	7,88	14,55	53,27	12,7	80,51	0,51
35	2,11	6,44	11,38	47,31	15,52	74,22	0,69
70	2,86	6,62	14,56	34,97	15,11	64,64	0,77

k1 = taxa de passagem no rúmen (%/h); k2 = taxa de passagem no ceco e cólon proximal (%/h); TT = tempo de trânsito (h); TRR = tempo médio de retenção no rúmen (h); TRPOS = tempo médio de retenção no pós-rumen (h); TMR = tempo médio de retenção no trato gastrintestinal (h)

As taxas de passagem de sólidos variaram de 1,66 a 2,86%/h, sendo bem próximos os valores do ajuste do modelo nas dietas com 0 e 10% de concentrado. O mesmo ocorreu com as dietas com as dietas 35 e 70%. A taxa de passagem aumenta em resposta à maior ingestão de alimentos, o qual pode interferir na quantidade que passa

por contração reticular, mas não varia a frequência das contrações (1600 contrações por dia) (Forbes, 1995). A relação entre tamanho de partícula e densidade implica que a redução leva não somente à redução no tamanho, mas também resulta no aumento da densidade média da partícula. Quanto menor a densidade, maior tempo de retenção no rúmen e, a densidade da

partícula, aumenta com o aumento do tempo de retenção no rúmen (Church, 1974).

Pode ser observado neste trabalho, que as dietas que apresentaram maior consumo e digestibilidade de matéria seca (Tabela 5), apresentaram maiores taxas de passagem de partículas e líquidos e menores taxas de retenção ruminal (Tabela 7 e 8), concordando com os fatores que influem na taxa de passagem ruminal, como o tamanho das partículas, a origem e o processamento dos alimentos, consistência física da digesta ruminal, nível de ingestão e a proporção de concentrado ingerido.

É necessário conhecer os eventos que envolvem a taxa de passagem de fluidos nos ruminantes. Para isso, utilizamos métodos não invasivos através de indicadores. Atualmente utilizam-se os quelatos de Cr-EDTA, Co-EDTA e PEG para taxas de diluição. Sabemos que nenhum indicador é ideal, portanto a busca de um novo indicador de fase líquida se faz necessária. Este estudo teve como iniciativa a busca de um novo indicador de fase líquida o LIPE LÍQUIDO.

Apesar do LIPE LÍQUIDO não ter estimado os parâmetros de cinética ruminal, melhorias na sua determinação analítica são necessárias. Estudos de esvaziamento ruminal são necessários para validar este novo indicador, assim como determinar a concentração ideal para ovinos.

Para melhor estimativa da taxa de passagem de sólidos, horários próximos ao pico de excreção do cromo deveriam ser coletados, assim como acrescentar o horário de 144 horas, pois pelas análises de cromo neste estudo, foi verificada grande quantidade de cromo ainda no horário de 120 horas.

5. CONCLUSÕES

Observou-se neste trabalho que o indicador Co-EDTA juntamente com o

modelo de Colucci (1984) permitiu os cálculos dos parâmetros ruminais, concordando com os dados da literatura.

As dietas com maiores proporções de concentrado resultaram em maiores consumo de matéria seca, taxa de passagem de líquidos e de partículas.

O LIPE LÍQUIDO necessita de melhorias em sua determinação analítica, assim como mais estudos de esvaziamento ruminal para validar este indicador.

Mais pesquisas no intuito de validar indicadores de fase líquida são necessárias.

6. BIBLIOGRAFIA

AITCHISON, E.; GILL, M.; FRANCE, J.; DHANOA, M.S. Comparison of methods to describe the kinetics of digestion and passage of fibre in sheep. *J. Sci. Food Agric.*, v.37, p.1065-1072, 1986.

ALLEN, M. S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. *J. Dairy Sci.*, v.80, p.1447-1462, 1997.

ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *Jl Dairy Sci.*, v.83, p.1598, 2000.

ALMEIDA, M. S. *Cinética ruminal e consumo voluntário de pasto por bovinos mantidos em pastagem natural na Zona da Mata*. 1998. 94p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

ANDRADE, A.T. *Digestão total e parcial da matéria seca, matéria orgânica, energia bruta e proteína bruta em diferentes grupos genéticos de bovídeos*. 1992. 181p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG

AROEIRA, L. J. M. Estimativas de consumo de gramíneas tropicais. In:

- TEIXEIRA, J.C. *Digestibilidade em ruminantes*. Lavras: UFLA, FAEPE, 1997. p.127-163.
- ARAÚJO, G.G.L.; COELHO DA SILVA, J.F.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Consumo e digestibilidade total dos nutrientes de dietas contendo diferentes níveis de volumoso, em bezerros. *Rev. Bras. Zootec.*, 27(2): 345-354. 1998.
- ASSIS, F.A. *Respostas fisiológicas e produtivas de vacas de leite sob pastejo suplementadas ou não com volumoso em cochos sombreados no período mais quente do dia durante o verão*. 2005. 31p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG
- BAILEY, C.B; BALCH, C.C. Saliva secretion and its relation to feeding in cattle: The composition and rate of secretion of mixed saliva in the cow during rest. *Brit. J. Nutr.* v.15, p.383, 1961.
- BARGO, F.; MULLER, L.D.; DELAHOY, J.E. et al. Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *J. Dairy Sci*, v.85, p.1777–1792, 2002.
- BARGO, F.; MULLER, L.D.; KOLVER, E.S. et al. Invited review: production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. *J. Dairy Sci*, v.86, p.1-42, 2003.
- BATAJOO, K. K.; SHAVER, R. D. Impact of nonfiber carbohydrate on intake, digestion and milk production by dairy cows. *J. Dairy Sci*, v.77, n.6, p.1580-1588, 1994.
- BEAUCHEMIN, K. A.; BUCHANAN-SMITH, J. G. Evaluation of markers, sampling sites and models for estimating rates of passage of silage or hay in dairy-cows. *Anim. Feed Sci. and Technol.*, Amsterdam, Netherlands, v.27, n.1-2, p.59-75, 1989.
- BENEDETTI, E. *Atributos de três gramíneas tropicais, parâmetros ruminais e produção de leite em vacas mestiças mantidas à pasto*. 1994. 173p. Tese (Doutorado)- Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- BERCHIELLI, T.T. *Efeito da relação volumoso:concentrado sobre a partição digestiva da digestão, a síntese de proteína microbiana, produção de ácidos graxos voláteis e o desempenho de novilhos em confinamento*. 1994. 104p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG
- BERCHIELLI, T.T.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C. Polietilenoglicol e cobalto-EDTA como marcadores da fase líquida ruminal. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.48, n.4, p.463-471, 1996.
- BERCHIELLI, T.T.; SADER, A.P.O.; TONANI, F.L. et al. Avaliação da determinação da fibra em detergente neutro e da fibra em detergente ácido pelo sistema ANKOM. *Rev. Bras. Zootec.*, v.30, n.5, p.1572-1578, 2001.
- BERCHIELLI, T.T.; VEGA, A.G.; OLIVEIRA, S.G. Principais técnicas de avaliação aplicadas em estudo de nutrição. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. *Nutrição de Ruminantes*. Jaboticabal: Funep, 2006. p.397-421.
- BERCHIELLI, T.T.; VEGA, A.G.; REIS, R.A. Técnicas de Avaliação de Consumo em Ruminantes: Estado da Arte. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL AVANÇOS EM TÉCNICAS DE PESQUISA EM NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 2007, Pirassununga. *Anais...* Pirassununga: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2007. p.305-341.
- BERGMAN, E.N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal

- tract in various species. *Physiology Review*, v.10, n.2, p.567-589, 1990.
- BLAXTER, K. L.; GRAHAM, N. M.; WAINMAN, F. W. Some observations on the digestibility of food by sheep, and on related problems. *Bri J. Nutrit*, v. 10, p. 69-91, 1956.
- BLAXTER, K.L. **The energy metabolism of ruminants**. Springfield, IL: Charles C. Thomas. 1962
- BORGES, I. *Digestibilidade aparente, locais de digestão e dinâmica da fermentação ruminal da Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit cv Peru*. 1988. 92p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- BRODERICK, G. A.; WALLACE, R. J.; ORSKOV, E. R. Control of rate and extent of protein degradation. In: TSUDA, T.; SASAKI, Y.; KAWASHIMA, R. *Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants*. New York: Academic Press, 1991. p.542-592.
- BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Consumo e digestibilidade aparente total e parcial em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. *Rev.Bras. Zootec.* v. 29 (1), p.206-214, 2000a
- BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Taxas de passagem e cinética da degradação ruminal em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. *Rev.Bras. Zootec.* v. 29 (1), p. 225-235, 2000b
- BURNS, J.C., POND, K.R., FISHER, D.S. Measurement of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.) *Forage quality, evaluation, and utilization*. Winsconsin: American Society of Agronomy. 1994. p.494-532.
- CHURCH, D.C. Fisiologia digestiva y nutrición de los ruminantes. v. 2. Nutrición práctica. Zaragoza:Acribia, 1974.
- CLARKE, R.T.J. Methods for studying gut microbes. In: CLARKE, R.T.J. AND BAUCHOP, T., *Microbial Ecology of the Gut*, eds. New York: Academic Press. 1977, p. 1-33.
- COELHO DA SILVA; J. F. ; LEÃO, M. I. *Fundamentos da nutrição de ruminantes*. Piracicaba: Livrocetes, 1979. 384p.
- COELHO DA SILVA, J.F. Proteína na nutrição de ruminantes. *Informe Agropecuário*.1992. 16 (175). p. 9-15.
- COLUCCI, P.E. *Comparative digestion and digesta kinetics in sheep and cattle*. 1984. 230f. Ontario: University of Guelph. Tese (Ph.D.Animal Science)
- COLUCCI, P.E., MACLEOD, G.K., GROVUM, W.L., et al. Digesta kinetics in sheep and cattle fed diets with different forage to concentrate ratios at high and low intakes. *J. Dairy Sci.*, v.73, n.8, p.2143-2156, 1990.
- CUNNIFF, P. (Ed.) *Official methods of analysis of AOAC International*, 16.ed. Arlington: AOAC International, 1995, v.1.
- DETMANN, E., PAULINO, M.F., ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Suplementação de novilhos mestiços no período das águas. 1. Consumo e taxa de passagem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999. Porto Alegre, *Anais...* Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia. CD-ROOM.
- DETMANN, E. CECON, P.R., PAULINO, M.F. et al. Estimativa de parâmetros da cinética de trânsito de partículas em bovinos sob pastejo por diferentes seqüências amostras. *Rev. Bras. Zootec.* Viçosa, MG, v. 30, n.1, p.222-230, 2001.
- DUTRA, A.R.; QUEIROZ, A.C.; PEREIRA, J.C. et al. Efeitos dos níveis de fibra e das fontes de proteínas sobre o

- consumo e digestão dos nutrientes em novilhos. *Rev. Brás. Zoot.*, v.26, n.4, 787-796p. 1997
- EGAN, J.K.; DOYLE, P.T. Effect of intraruminal infusion of urea on response in voluntary feed intake by sheep. *Aust. J. Agric. Res.*, v.36, n.3, p.483-495, 1984.
- ELLIS, W.C.; LASCANO, C.; TEETER, C.; et al. Solute and particulate flow markers. In: OWENS, F.N. (ed.). *Protein requirements of cattle: Symposium*. Oklahoma: Press, 1980, p.37-56.
- ELLIS, W.C., MATIS, J.H., HILL, T.M. et al. Methodology for estimating digestion and passage kinetics of forages. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.) *Forage quality, evaluation, and utilization*. 1994. Winsconsin: American Society of Agronomy. p.682-756.
- FAICHNEY, G.J. The kinetics of particulate matter in the rumen. In: INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON RUMINANT PHYSIOLOGY, 6., 1986, Canada. Proceedings... Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1986. p.173-195.
- FIGUEIRA, D. G. *Efeito do nível de uréia sobre as digestibilidades aparente e "in situ" e a dinâmica da fase sólida em bovinos alimentados com cana-de-açúcar e farelo de algodão*. 1991. 123p. Tese (Doutorado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- FIRKINS, J. L. Effects of feeding nonforage fiber sources on site of fiber. *J. Dairy Sci.*, v.80, n.7, p.1426-1437, 1997.
- FORBES, J.M. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. Guildford, United Kingdom: Cab International, 1995. 532p.
- FRANCO, G.L.F. et al. Parâmetros ruminais e desaparecimento da FDN da forragem em bovinos suplementados em pastagens na estação das águas. *Rev. Bras. de Zootec.*, v.31, n.6, p.2340-2349, 2002.
- GROVUM, M. L.; WILLIAMS, V. J. Rate of passage of digests in sheep. 4. Passage of marked through the alimentary tract and the biological relevance of rate-constants derived from the changes in concentration of marker in faeces. *Brit J. Nutr.*, v.30, n.2, p.313-329, 1973.
- GUIMARÃES, A.M. *Valor nutritivo do resíduo de cultura de milho, tratado com hidróxido de amônio ou suplementado com uréia, para ruminantes*. 1986. 102p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- HARRISON, D.G., BEEVER, D.E., THOMSON, D.J., et al. Manipulation of rumen fermentation in sheep by increasing the rate of flow of water from the rumen. *J. Agric. Sci.* v.85. p.93. 1975.
- HOBSON, P.N. (Ed.). *The rumen microbial ecosystem*. London, New York: Elsevier Applied Science, 1988. 527p.
- ILLIUS, A.W.; JESSOP, N.S. Metabolic constraints on voluntary intake in ruminants. *J. Anim Sci.*, v.74; p.3052-3062. 1996.
- ISAACSON, H.R.; HINDS, F.C.; BRYANT, M.P.; et al. Efficiency of energy utilization by mixed rumen bacteria in continuous culture. *J. Dairy Sci.*, v.58, p. 1645-1659, 1975
- JONES-ENDSLEY, J. M.; CECAVA, M. J.; JOHNSON, T. R. Effects of dietary supplementation on nutrient digestion and the milk yield of intensively grazed lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v.80, p.3283-3292, 1997.
- KARUE, C.N.; EVANS, J.L.; TILLMAN, A.D. Voluntary intake of dry matter by African zebu cattle. Quality of feed and the reference base. *J. Dairy Sci.*v.36, p.1181-1185. 1973.
- LASCANO, C., QUIROZ, R. Metodologia para estimar la dinámica de la digestion en ruminantes. In: RUIZ, M.E, RUIZ, A.

- (Eds.) *Nutrición de ruminantes: guía metodológica de investigación*. San Jose: ALPA/IICA/RISPAL, 1990. p.89-104.
- LIMA, F.C. *Digestão total e parcial da energia e proteína em taurinos, zebuínos, seus mestiços e em bubalinos*. 1986. 120p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- LIRA, V.M.C.; PEREIRA, J.C.; CECON, P.R. et al. Estimativa da taxa de passagem de fluidos em novilhos mestiços mantidos em pastagem de capim braquiária. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000. Viçosa. Anais... São Paulo: Gnosis, 2000. (CD-ROM)
- LOPES, F.C.F. Métodos para estimativa do consumo de forrageiras tropicais por vacas em lactação em condição de pastejo. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 4, 2007, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: Escola de Veretiniária da UFMG, 2007. p.83-170.
- MERCHEN, N.R. Digestion, absorption and excretion in ruminants. In: D.C. CHURCH (ed.) *The Ruminant Animal: Digestive Physiology and Nutrition*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ. 1988. p.190.
- MOORE, J.E.; SOLLENBERGER, L.E. Techniques to predict pasture intake. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ANIMAL PRODUCTION UNDER GRAZING, 1997, Viçosa. Anais... Viçosa: UFV, 1997. p.81-96.
- MOULD, F.L. et al. Manipulation of rumen fluid pH and influences of cellulolysis “in sacco”, dry matter degradation and rumen microflora of sheep offered eight hay or concentrate. *Animal Feed Science and Technology*, v.10, p.1-4, 1983
- NOLAN, J. V. Nitrogen kinetics In: FORBES, F. M.; FRANCE, F. *Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism*. London: CAB International, 1993. p. 123-145.
- NRC 2001 – National Research Council, Nutrient Requirements of Small Ruminants. Washington D.C.: National Academy Press, 2001.
- OFFER, N.W., DIXON, J. Factors affecting outflow rate from the reticulo-rumen. *Nutrition Abstracts and Reviews, Series B*, v. 70, n.11, p.833-844, 2000.
- OLIVEIRA, M.A.T., FONTES, C.A.A., LANA, R.P. et al. Consumo alimentar e digestibilidade de rações com dois níveis de concentrado em bovinos de cinco grupos genéticos. *Rev. Bras. Zoot.*, v. 23, n.4, 667-677p. 1994.
- ORSKOV, E. R.; RYLE, M. *Energy nutrition in ruminants*. London: Elsevier, 1990. 149p. (Elsevier applied science)
- OWENS, F. N.; ZINN, R. A.; KIM, Y. K. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. *J. Dairy Sci*, v.63, p.1634-1648, 1986.
- OWENS, F.N.; GOETSH, A.L. Ruminal fermentation. In: CHURCH, D.C. (ed.) *The ruminant animal digestive physiology and metabolism*. New Jersey: Prentice Hall, 1988. p.145-171.
- OWENS, F.N.; HANSON, C.F. External and internal markers for appraising site and extent of digestion in ruminants. *J. Dairy Sci.*, v.75, n.9, p.2605-2617, 1992.
- PEYRAUD, J. L., MAMBRINI, M. Direct measurement of transit time in the stomachs and intestine of dairy cows. *Annual Zootechnia*, v.41, n.1, p.55, 1992.
- POND, K. R, et al. Passage of chromin-mordent and rare earth-labeled fiber: time of dosing kinetics. *J. Animal Sci*, Champaign, v.67, n.4, p.1020-1028, 1989.
- QUIROZ, R. A.; POND, K.R., TOLLEY, E.A. et al. Selection among nonlinear models for rate of passage studies in

- ruminants. *J. Animal Sci*, v.66, n.11, p.2977-2986, 1988.
- REIS, R. B.; COMBS, D. K. Effects of increasing levels of grain supplementation on rumen environment and lactation performance of dairy cows grazing grass-legume pasture. *J. Dairy Sci*, v.83, p.2888-2898, 2002.
- RESENDE, F.D., QUEIROZ, A.C., OLIVEIRA, J. V. et al. Bovinos mestiços alimentados com diferentes proporções de volumoso:concentrado.1. Digestibilidade aparente dos nutrientes, ganho de peso e conversão alimentar. *Rev. Bra. Zootec.*, v.30, n.1, p.261-269. Online.
- ROBERTSON, J.B.; VAN SOEST, P.J. The detergent system of analysis and its application to human foods. In: JAMES, W.P.T.; THEANDER, O. (Ed). *The analysis of dietary fiber in food*. New York: Marcel Dekker, 1981. p.123-158.
- RODRIGUES, L.R.R., FONTES, C.A.A., JORGE, A.M. et al. Consumo de rações contendo quatro níveis de concentrado por bovinos holandeses e nelore e por bubalinos. *Rev.Bras. Zootec.*, v.25(3), p.568-581. 1996.
- RODRIGUEZ, N.M.; SALIBA, E.O.S.; JÚNIOR, R.G. Uso de indicadores para estimativa de consumo a pasto e digestibilidade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006, João Pessoa – PB. *Anais...* Paraíba: SBZ, 2006. (CD-ROM).
- RUSSEL, J. B.; ONODERA, R.; HINO, T. Ruminant protein fermentation: News perspectives on previous contradictions. . In: TSUDA, T., SASAKI, Y., KAWASHIMA, R. (Ed.) *Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants*. New York: Academic Press, 1991. p. 681-697.
- RUSSEL, J. B., et al. Net Carbohydrate and Protein System for evaluating cattle diets. I. Ruminant fermentation. *J. Animal Sci*, Champaign, v. 70, p.3551-3561, 1992.
- SALIBA, E.O.S. *Caracterização química e microscópica das ligninas dos resíduos agrícolas de milho e de soja expostas à degradação ruminal e seu efeito sobre a digestibilidade dos carboidratos estruturais*. 1998, 251p. Tese (Doutorado em Ciência Animal). Escola de Veterinária - UFMG, Belo Horizonte – MG.
- SALIBA, E.O.S.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L. C. et al. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre, *Anais...* Porto Alegre – RS:SBZ, 1999a.
- SALIBA, E.O.S.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C. et al. Effect of corn and soybean lignin residues submitted to the ruminal fermentation on structural carbohydrates digestibility. *Arq.Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.51, n.1, p.85-88, 1999b
- SALIBA, E.O.S.; PEREIRA, R.A.N.; FERREIRA, W.M. et al. Lignin from Eucalyptus Grandis as indicator for rabbits in digestibility trials. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, v.3, n.1-3, 2003a (Special Volume)
- SALIBA, E.O.S.; RODRIGUEZ, N.M.; PILÓ-VELOSO, D. et al. Estudo comparativo da digestibilidade pela técnica da coleta total com lignina purificada como indicador de digestibilidade para ovinos em experimento com feno de Tifton 85. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Catarina. *Anais...* Santa Catarina – RS:SBZ, 2003b (CD-ROM)
- SALIBA, E.O.S.; RODRIGUEZ, N.M.; PILÓ-VELOSO, D. et al. Utilization of purified lignin extracted from Eucalyptus grandis (PELI), used as an external marker in digestibility trials in various animal species. In: WORLD CONFERENCE ON ANIMAL PRODUCTION, 9, Porto Alegre: *Proceedings...* Porto Alegre-RS, 2003c.

- SALIBA, E. O. S. Mini curso sobre o uso de indicadores. In: I TELECONFERÊNCIA SOBRE INDICADORES EM NUTRIÇÃO ANIMAL, 2005. Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte : EV – UFMG, 2005, p.23-26.
- SALIBA, E.O.S.; VASCONCELLOS, C.H.F.; VELOSO, J.A.F. et al. LIPE®, Cr₂O₃ e coleta total de excretas para determinação da digestibilidade em frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005. Goiânia, Anais... Goiânia- GO:SBZ, 2005a (CD-ROM)
- SALIBA, E.O.S. & RODRIGUEZ, N.M. Uso de indicadores na avaliação da digestibilidade em ruminantes - LIPE® *Lignina Purificada e Enriquecida*. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL AVANÇOS EM TÉCNICAS DE PESQUISA EM NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 2, 2009. Pirassununga. Anais... Pirassununga: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP, 2009. P.50-67.
- SAS Institute Inc. **SAS® User's Guide**: Statistics. Version 5 Edition. Cary, NC:SAS Institute Inc., 1985. 956p.
- SATTER, L.D. et al. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. *British Journal Nutrition*, v.32, n.2, p.199-208, 1974.
- SAYERS, H. J. *The effect of sward characteristics and level and type of supplement on grazing behaviour, herbage intake and performance of lactating dairy cows*. 1999. Thesis (PhD) - Queen's University of Belfast, The Agricultural Research Institute of Northern Ireland, Hillsborough.
- SHAVER, R. D.;SATTER, L. D.; JORGENSEN, N.A. Impact of forage fiber content on digestion and digesta passage in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci*, v.71, n.6, p1556-1565, 1988.
- STENSIG, T.; WEIBJERG, M. R.; HVELPLUND, T. Evaluation of different methods for the determination of digestion and passage rates of fibre in the of dairy cows. *Acta Agricultural Scandinavian. Sect. A. Animal Science*, v. 48, n.3, p. 141-154, 1998.
- THIAGO, L.R.L.; GILL. M. Consumo voluntário: fatores relacionados com a degradação e passagem da forragem pelo rúmen. *Documentos* 43, Campo Grande: EMBRAPA – Gado de Corte, 65p. 1993.
- TIBO, G.C. et al. Níveis de concentrado em dietas de novilhos F1 Simental x Nelore: 1 – Consumo e digestibilidades. *Rev. Bras. de Zootec.*, v.29, n.5, p.921-929, 2000
- TITGEMEYER, E.C. Design and interpretation of nutrient digestion studies. *J. Animal Sci*, 75:2235, 1997.
- UDÉN, P.; COLUCCI, P.E.; VAN SOEST, P.J. investigation of chromium, cerium and cobalt as markers in digesta. Rate of passage studies. *J. Sci. Food Agr.*, v.31, n.3, p. 625-632, 1980.
- VALADARES FILHO, S.C. Eficiência de síntese de proteína microbiana, degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta, em bovinos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1., 1995, Viçosa, MG. Anais... Viçosa:Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.355-388.
- VALADARES, R.F.D. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 3. pH, amônia e eficiência microbiana. *Rev. Bras. de Zootec.*, v.26, n.6, p.1264-1269, 1997.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.
- VIEIRA, P.F. *Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios, em rações para ruminantes*. Viçosa, MG: UFV, 1980. 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1980.

WEST, J.W. et al. Effects of dietary forage source and amount of forage addition on intake, milk yield, and digestion for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci*, v.80, n.8, p.1656-1665, 1997.

WILLIAMS, C. H.; DAVID, D.J.; ILSMAA, O. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. *J. Agricultural Sci*, v.59, n.1, p.381-385, 1962.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)