

## Dinâmica da Degradação Ruminal por Novilhos Mantidos em Pastagem Natural, em Diferentes Épocas do Ano<sup>1</sup>

José Carlos Pereira<sup>2</sup>, Marcelo Suzart de Almeida<sup>3</sup>, Paulo Roberto Cecon<sup>4</sup>, Augusto César de Queiroz<sup>2</sup>

**RESUMO** - Este trabalho foi conduzido para avaliar a cinética de degradação ruminal da matéria seca, proteína bruta e da fibra e a dinâmica de partículas das fases sólida e líquida no rúmen de novilhos em pastagem natural na Zona da Mata de Minas Gerais, durante diferentes épocas do ano. A época 1 (E1) compreendeu os meses de fevereiro, março e abril, e a época 2 (E2), os meses de agosto, setembro e outubro. O trabalho foi conduzido seguindo delineamento inteiramente casualizado, utilizando cinco novilhos dotados de fistulas no rúmen e no esôfago, onde cada animal constituía uma repetição. A degradação efetiva da MS, PB e FDN foi maior na E1, e a taxa de degradação da PB apresentou diferença entre as épocas, sendo de 2,99%/hora na E1 e 6,01%/hora na E2. A taxa de passagem foi maior na E1 (4,84%/hora) em relação à E2 (3,59%/hora). A alta fração indegradável dos nutrientes poderia ser a principal responsável pelo maior tempo de retenção e pela repleção ruminal da fração fibrosa no rúmen. Portanto, a maior repleção ruminal na E2 (20,93 horas), em relação à E1 (14,84 horas), foi provavelmente devido mais ao efeito físico de passagem do alto teor da fração indegradável, naquela estação, quando comparado à E1, que ao da fermentação pelos microrganismos.

Palavras-chave: degradação ruminal, fibra, pastagem natural, repleção ruminal, taxa de passagem

## Ruminal Degradation Dynamics by Steers Grazing Native Pasture, in Different Seasons of the Year

**ABSTRACT** - This work was carried out to evaluate the ruminal degradation of dry matter, crude protein and neutral detergent fiber and ruminal particles and liquid phase dynamics by steers in natural pasture of the Zona da Mata, region of Minas Gerais State, during different seasons of the year. The season 1(S1) corresponded to the months of February/March/April, and the season 2(S2), to the months of August/September/October. Five steers with esophageal and rumen fistulae, each one considered as a replicate, were used in a completely randomized design. The effective degradation of the DM, CP and NDF was higher in the S1 than in the S2. The CP degradation rate showed difference between seasons, being of 2.99%/hours in the S1 and 6.01%/hours in S2. The passage rate was higher in the S1 (4.84%/hours) in relation to S2 (3.59%/hour). The higher undegradable fraction of the nutrients could be the main responsible for the highest retention time and for the ruminal repletion of the fibrous fraction in the rumen. Therefore, the highest ruminal repletion in the S2 (20.93 hours), in relation to S1 (14.84 hours), was probably due more to the physical effect of passage of the high undegradable fraction content, in that season, as compared to the S1, than the microorganisms fermentation.

Key Words: fiber, natural pasture, passage rate, ruminal degradation, ruminal repletion

### Introdução

O processo digestivo nos ruminantes é um sistema dinâmico que envolve a entrada de alimentos no rúmen e a saída de líquidos, partículas, microrganismos e resíduos não-degradados para o omaso e abomaso. Segundo Smith et al. (1971), a taxa de passagem da porção potencialmente digestível e do resíduo indigestível, bem como a taxa de digestão da fração potencialmente digestível são fatores envolvidos no consumo voluntário das forragens.

Com base em alguns trabalhos em que se verificou que certa quantidade de celulose permanecia

indigestível no rúmen após sete dias de incubação, Waldo et al. (1972) subdividiram o componente celulose em duas frações: uma potencialmente digestível e outra indigestível. A celulose indigestível desaparece do rúmen apenas pela passagem e a fração potencialmente digestível da celulose desapareceria tanto pela passagem quanto pela digestão. Esses autores relacionaram as taxas de digestão e passagem desses componentes com o efeito da repleção ruminal (RR), sendo este fator determinante do consumo.

A repleção ruminal é a expressão do tempo que o alimento permanece no rúmen sofrendo os efeitos físicos de passagem, decorrentes da mastigação du-

<sup>1</sup> Parte da tese de Doutorado em Zootecnia, apresentada pelo segundo autor à UFV, parcialmente financiada pelo CNPq.

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Zootecnia- UFV, Bolsista do CNPq. E.mail: jcarlos@mail.ufv.br

<sup>3</sup> Professor da UNIPAR, Umuarama, PR. E.mail: suzart@unipar.com.br

<sup>4</sup> Professor do Departamento de Informática-UFV.

rante a ruminação e da digestão pelos microrganismos do rúmen. Em condições de pastejo, com forrageiras de baixa qualidade, verifica-se menor taxa de passagem de partículas do rúmen, o que acarreta na redução do consumo de matéria seca (Van Soest, 1994).

Segundo Hungate (1988), a retenção dos alimentos no retículo-rúmen permite uma relação simbiótica entre o animal e os microrganismos ruminais, capazes de utilizar esses alimentos ingeridos como substratos para o seu crescimento. Esta estratégia tem como consequência o aumento na utilização dos constituintes da parede celular e, por outro lado, longo tempo médio de retenção, que pode restringir o consumo voluntário, já que o consumo de volumoso é limitado principalmente pela capacidade do trato digestivo (Waldo, 1986, citado por Lechner-Doll et al., 1991).

Existem poucas informações, na literatura, sobre a cinética de degradação e a taxa de passagem de forrageiras tropicais sob pastejo, e mais especificamente quando se trata de pastagem natural.

A pastagem natural apresenta irregularidade de distribuição de forragem ao longo do ano, além de grande variabilidade na composição botânica, o que dificulta as estimativas do seu valor nutritivo.

Este trabalho pretende contribuir fornecendo bases sobre a cinética digestiva da pastagem, possibilitando avanços no manejo, como suplementação adicional para sincronizar o suprimento de nutrientes no rúmen e maximizar a síntese de proteína microbiana ou fornecer proteína protegida da degradação ruminal para o intestino.

### Material e Métodos

O experimento foi conduzido em uma área de pastagem natural, localizada na Zona da Mata de Minas Gerais, a qual apresenta topografia bastante acidentada, e coberta pela vegetação característica da região: estrato arbóreo e arbustivo e estrato herbáceo, com diversas espécies de gramíneas. As gramíneas predominantes eram o capim-gordura (*Melinis minutiflora* Pal. de Beauv), capim-sapé (*Imperata brasiliensis* Trin.), capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf) e grama-batatais (*Paspalum notatum* Flugge); e as leguminosas eram o desmodium (*Desmodium* spp.), stylo (*Stylosanthes* sp.), puerária (*Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth) e soja-perene (*Neonotonia wightii* L.), além de

diversas espécies arbustivas e herbáceas de acordo com os observações de Diogo et al. (1995).

Foram utilizados cinco bovinos mestiços Holandês-zebu, de aproximadamente 30 meses de idade, com peso médio de 375 kg, fistulados no esôfago e no rúmen. Os animais ficaram livres para o pastejo, durante todo o período experimental, além dos meses intercalando as épocas avaliadas, e receberam sal mineral e água à vontade, não sendo utilizada alimentação adicional.

O período experimental foi dividido em duas épocas, com três meses cada: Época 1 (E1), representando o final de verão e início de outono (fevereiro, março e abril), onde ocorria diminuição gradativa das chuvas e da temperatura; e Época 2 (E2), representando o final de inverno e parte da primavera (agosto, setembro e outubro), onde ocorria uma situação inversa da anterior. Na primeira fase do trabalho, a disponibilidade de pasto era de 8.600 kg MS/ha, caindo para 6.200 kg MS/ha no início da segunda fase, assegurando assim que não haveria limitação do consumo pela baixa disponibilidade de pasto.

As amostras da extrusa foram coletadas durante sete dias pela manhã, sendo recolhidas em bolsas de náilon, contendo um fundo de tela plástica, para drenagem do excesso de saliva, e adaptadas de forma conveniente, fornecendo flexibilidade e conforto aos animais durante o pastejo. A extrusa foi coletada após jejum prévio dos animais (aproximadamente 16 horas), com duração máxima de 30 minutos/dia. Após cada coleta, amostras da extrusa foram devidamente acondicionadas e identificadas em sacos plásticos e guardadas em congelador a -20°C para posterior análise.

Para determinação da degradabilidade *in situ* da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) da dieta, foi adotada a técnica proposta por Mehrez & Ørskov (1977), e para a confecção das bolsas, adotaram-se as recomendações de Nocek (1997). Aproximadamente 5 g da amostra foram colocados em cada bolsa, com duplicatas para cada tempo de incubação. Estas bolsas foram amarradas por unidade e incubadas no rúmen dos novilhos, representando as repetições dentro de cada período de avaliação.

Após completar cada tempo de incubação (3, 6, 9, 12, 24, 48, 72 e 96 horas), as bolsas de náilon removidas foram congeladas a -20°C e, posteriormente, em grupo, juntamente com o tempo zero, lavadas em submersão sob água fria e corrente até o

clareamento da água, e logo após, foram secas em estufa de ventilação forçada por 48 horas e pesadas ainda quente.

As porcentagens de desaparecimento da MS, PB e FDN da dieta dos novilhos foram calculadas pela diferença entre as quantidades das respectivas frações na amostra incubada e seus resíduos, após cada tempo de incubação. Os teores de PB foram determinados pelo processo micro Kjeldahl; e os de FDN, segundo fracionamento proposto por Van Soest et al. (1991).

Os dados de desaparecimento de cada componente em estudo foram ajustados ao modelo proposto por Ørskov & McDonald (1979) e, para estimar a degradação efetiva (DE), utilizou-se a equação proposta por estes autores, adotando-se os valores de 4,84 e 3,59%/h para a taxa de passagem de partículas, determinadas neste trabalho, correspondendo a E1 e E2, respectivamente.

Para a estimação da taxa de passagem da digesta pelo rúmen, foram utilizados os indicadores Cobalto-EDTA, para a fase líquida, e o Cr-mordente, para a fase sólida, segundo técnica descrita por Udén et al. (1980) e Colucci et al. (1990).

Os indicadores foram fornecidos em dose única, pela manhã; a dose de Co-EDTA foi de 5 g, diluída em 400 mL de água destilada e colocada no rúmen através da cânula, e a fibra marcada com o cromo também foi colocada diretamente no rúmen na quantidade de 75 g para cada animal.

Para determinar a curva de diluição do Co-EDTA, amostras de fluido ruminal ( $\pm 80$  mL) foram retiradas em diversos tempos (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 24 e 36 horas pós-dosagem), filtradas em tecido de algodão, e congeladas a  $-20^{\circ}\text{C}$  para posterior processamento. As amostras de líquido de rúmen foram descongeladas, processadas em centrífuga refrigerada, a 16.000 rpm durante 15 minutos, sendo o sobrenadante levado ao espectrofotômetro de absorção atômica para leitura do teor de cobalto. Amostras fecais foram coletadas diretamente do reto em diversos tempos (12, 16, 20, 24, 28, 32, 40, 48, 56, 64, 72, 84, 96, 108, 120 e 144 horas pós-dosagem), e congeladas a  $-20^{\circ}\text{C}$ , para posterior análise. O teor de Cr foi determinado em espectrofotômetro de absorção atômica, conforme metodologia de Williams et al. (1962).

A estimativa dos parâmetros da cinética do trânsito digestivo foram feitas seguindo os modelos unicompartimental, para taxa de passagem da fase

líquida (Colluci et al., 1990), e bicompartimental, para a taxa de passagem da fase sólida (Grover & Williams, 1973).

O volume de fluido do rúmen (V, litros), o tempo de retenção da fase líquida (R) e o tempo de retenção da fase sólida no rúmen e intestino ( $\text{TRK}_1$  e  $\text{TRK}_2$ ), o tempo de retenção médio (TRM) e o tempo de retenção médio total (TRMT) foram determinados de acordo com os procedimentos apresentados por Colucci et al. (1990), e a repleção ruminal foi estimada conforme Waldo et al. (1972).

Para ajustamento dos dados aos modelos, foi utilizado o algoritmo de *Quasi-Newton*, do procedimento *Nonlinear Estimation* do programa STATISTICA versão 5.0.

Para cada parâmetro da cinética de degradação *in situ*, da taxa de passagem e repleção ruminal da dieta, foi feita análise de variância, em que as fontes de variação época e mês/época, foram testadas contra o resíduo. Para tal, foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco repetições.

Para o processamento da análise de variância dos dados e comparação de médias, pelo teste Newman-Keuls (SNK) a 5% de probabilidade, foi utilizado o programa SAEG (UFV, 1995).

## Resultados e Discussão

A composição químico-bromatológica média da dieta selecionada pelos novilhos nas diferentes épocas, encontra-se na Tabela 1, não tendo sido observadas variações consideráveis entre os meses dentro da época.

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica média (% da matéria seca) da dieta de novilhos em pastagem natural em diferentes épocas do ano

Table 1 - Mean chemical-bromatological composition (% of dry matter) of the steers diets in native pasture in different seasons of the year

Época	PB	FDN	CEL	HCEL	LIG
Season	CP	NDF	CEL	HCEL	LIG
E1(S1)	8,03 <sup>a</sup>	81,56 <sup>a</sup>	31,08 <sup>a</sup>	50,02 <sup>a</sup>	12,71 <sup>a</sup>
E2(S2)	5,56 <sup>b</sup>	77,83 <sup>b</sup>	29,04 <sup>b</sup>	43,59 <sup>b</sup>	9,29 <sup>b</sup>

PB = proteína bruta (CP = crude protein); FDN = fibra em detergente neutro (NDF = neutral detergent fiber); HCEL = hemicelulose (HCEL = hemicellulose); CEL = Celulose (CEL = Cellulose); LIG = Lignina (LIG = Lignin).

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem ( $P < 0,01$ ) pelo teste de F.

Means followed by the same letters within a row differ ( $P < 0.01$ ) by F test.

Com relação à cinética de degradação da matéria seca (MS), os resultados são expostos na Tabela 2. A fração solúvel (a) de MS não apresentou diferença entre as épocas, apesar da variação encontrada nos meses dentro da época, com maior valor nos meses de março e outubro, na E1 e E2, respectivamente. Possivelmente o aumento desta fração se deve à brotação ocorrida naqueles meses, consequência das chuvas ocorridas, favorecendo o crescimento das plantas: na E1 os níveis de precipitação nos meses de fevereiro, março e abril foram de 91,5; 192,0; e 63,2 mm, respectivamente, e na E2, de 6,2 e 88,7 mm nos meses de setembro e outubro.

A fração potencialmente degradável (b) e a degradação efetiva (DE) da MS foram maiores ( $P < 0,01$ ) na E1 (65,77 e 44,16%), em relação à E2 (53,91 e 33,24%). Ocorreu situação inversa para a fração indegradável (I) da MS, com elevada fração na E2 (38,21%), em relação a E1 (26,16%), contudo a taxa de degradação (c) não mostrou diferenças entre épocas, e a degradabilidade efetiva foi maior na E1.

Não foram observadas diferenças para PB (Tabela 3), entre meses dentro da E1 para todos os parâmetros avaliados, destacando-se o valor médio relativamente alto para a fração potencialmente degradável, de 75,05%.

Esta mesma situação seria observada na E2, se fossem considerados apenas os dados relativos aos meses de agosto e setembro, entretanto, no mês de outubro a fração solúvel apresentou valor bastante acentuado, e por consequência, redução do valor da fração potencialmente degradável e indegradável, e aumento da taxa de degradação e da degradabilidade

efetiva. Eliminando a possibilidade de algum erro inerente à metodologia, a explicação possível seria devido à acentuada precipitação que ocorreu no mês de outubro, conforme já foi mencionado para a matéria seca, o que levaria à presença de novos perfilhos e folhas novas, com maiores conteúdos em componentes solúveis.

Com relação à época, verifica-se que houve diferença significativa ( $P < 0,01$ ) para todos os parâmetros da cinética de degradação, sendo que na E2, excetuando-se a fração potencialmente degradável, os demais foram superiores à E1, destacando-se a taxa de degradação com valor de 6,01, em relação a 2,99%/hora na E1.

Os compostos nitrogenados são distribuídos em proteína verdadeira (60-80%) e nitrogênio não proteico (Van Soest, 1994), além de que a planta em crescimento apresenta maior conteúdo em proteína verdadeira solúvel (Norton, 1982). Acrescentado-se que possivelmente em plantas forrageiras maior teor em proteína solúvel estimula as bactérias proteolíticas no rúmen (Wallace & Cotta, 1988), e as proteínas do conteúdo celular são solúveis e totalmente degradadas no rúmen, poderia ser justificado o valor encontrado para a fração solúvel da proteína no mês de outubro.

Comportamento semelhante ao da MS pode ser observado na degradação da FDN (Tabela 4), onde a degradação efetiva (DE) foi maior ( $P < 0,01$ ) na E1 (29,63%) que na E2 (25,53%). Já a fração indegradável (I) e a repleção ruminal (RR) apresentaram-se maiores ( $P < 0,01$ ) na E2 (40,67% e 20,93 horas) em relação a E1 (25,96% e 14,84 horas), com

Tabela 2 - Parâmetros médios da cinética de degradação ruminal da matéria seca por novilhos mantidos em pastagem natural  
Table 2 - Means of dry matter ruminal degradation kinetics parameters by steers grazing native pasture

	Época 1 Season 1				Época 2 Season 2			
	Fevereiro February	Março March	Abril April	Média Mean	Agosto August	Setembro September	Outubro October	Média Mean
a	5,56 <sup>b</sup>	11,51 <sup>a</sup>	7,13 <sup>b</sup>	8,07 <sup>A</sup>	4,75 <sup>b</sup>	6,21 <sup>b</sup>	12,70 <sup>a</sup>	7,89 <sup>A</sup>
b	69,60 <sup>a</sup>	61,45 <sup>b</sup>	66,26 <sup>ab</sup>	65,77 <sup>A</sup>	57,05 <sup>a</sup>	54,93 <sup>ab</sup>	49,75 <sup>b</sup>	53,91 <sup>B</sup>
c	3,53 <sup>a</sup>	3,50 <sup>a</sup>	3,54 <sup>a</sup>	3,52 <sup>A</sup>	3,80 <sup>a</sup>	2,638 <sup>a</sup>	2,84 <sup>a</sup>	3,11 <sup>A</sup>
I	24,84 <sup>a</sup>	27,04 <sup>a</sup>	26,61 <sup>a</sup>	26,16 <sup>B</sup>	38,20 <sup>a</sup>	38,87 <sup>a</sup>	37,56 <sup>a</sup>	38,21 <sup>A</sup>
DE	46,29 <sup>a</sup>	47,65 <sup>a</sup>	38,56 <sup>b</sup>	44,16 <sup>A</sup>	35,02 <sup>a</sup>	33,87 <sup>a</sup>	30,82 <sup>a</sup>	33,24 <sup>B</sup>

Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha, em cada época, não diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste SNK.

Médias seguidas por mesma letra maiúscula na linha, em cada época não diferem ( $P < 0,01$ ) pelo teste de F.

a = fração solúvel-%; b = fração potencialmente degradável-%; c = taxa de degradação da fração b - %/h; I = fração indegradável - %; e DE = degradabilidade efetiva-%.

Means within a row followed by the same small letters, in each season, did not differ ( $P < 0,05$ ) by SNK test.

Means within a row followed by the same capital letters, in each season, did not differ ( $P < 0,01$ ) by F test.

a = soluble fraction - %; b = potentially degradable fraction - %; c = digestion rate - %/h; I = undegradable fraction - %; ED = effective degradability - %.

Tabela 3 - Parâmetros médios da cinética de degradação ruminal da proteína bruta por novilhos mantidos em pastagem natural  
 Table 3 - Means of crude protein ruminal degradation kinetics parameters by steers grazing native pasture

	Época 1 Season 1				Época 2 Season 2			
	Fevereiro February	Março March	Abril April	Média Mean	Agosto August	Setembro September	Outubro October	Média Mean
a	5,22 <sup>a</sup>	6,79 <sup>a</sup>	3,71 <sup>a</sup>	5,24 <sup>B</sup>	6,28 <sup>b</sup>	6,27 <sup>b</sup>	28,45 <sup>a</sup>	13,67 <sup>A</sup>
b	78,07 <sup>a</sup>	73,07 <sup>a</sup>	74,02 <sup>a</sup>	75,05 <sup>A</sup>	30,08 <sup>a</sup>	26,48 <sup>a</sup>	31,91 <sup>a</sup>	28,49 <sup>B</sup>
c	3,01 <sup>a</sup>	2,73 <sup>a</sup>	3,23 <sup>a</sup>	2,99 <sup>B</sup>	6,41 <sup>a</sup>	6,34 <sup>a</sup>	5,30 <sup>a</sup>	6,01 <sup>A</sup>
I	16,71 <sup>a</sup>	20,14 <sup>a</sup>	22,27 <sup>a</sup>	19,71 <sup>B</sup>	63,64 <sup>a</sup>	67,25 <sup>a</sup>	39,64 <sup>b</sup>	56,84 <sup>A</sup>
DE	35,47 <sup>a</sup>	33,28 <sup>a</sup>	32,51 <sup>a</sup>	33,76 <sup>A</sup>	19,81 <sup>a</sup>	21,17 <sup>a</sup>	44,23 <sup>b</sup>	28,07 <sup>B</sup>

Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha, na Época 1, não diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste SNK, e na Época 2 pelo teste de F ( $P < 0,01$ ). Médias seguidas por mesma letra maiúscula na linha, em cada época, não diferem ( $P < 0,01$ ) pelo teste de F.

a = fração solúvel - %; b = fração potencialmente degradável - %; c = taxa de degradação da fração b - %/h; I = fração indegradável - %; e DE = degradabilidade efetiva %.

Means within a row followed by the same small letters, in Season 1, did not differ by SNK test ( $P < 0,05$ ), and in the Season 2 by F test ( $P < 0,01$ ).

Means within a row followed by the same capital letters, in each season, did not differ by F test ( $P < 0,01$ ).

a = soluble fraction - %; b = potentially degradable fraction-%; c = digestion rate - %/h; I = undegradable fraction - %; ED = effective degradability - %.

pequena variação nos meses durante a E2, apenas para a repleção ruminal.

Estes resultados indicam a seletividade exercida pelos animais sob pastejo, os quais preferem folhas verdes e rejeitam caule e material morto (Minson, 1981), além de selecionarem mais folhas no verão (Cowan et al., 1986), quando a relação folha:caule dos capins é elevada.

O maior consumo de folhas em relação aos colmos é atribuído à mais rápida digestão e ao menor tempo de retenção no rúmen (Blaser & Novaes, 1990).

De modo geral, as gramíneas apresentam maior conteúdo em parede celular em relação às leguminosas, além de diferenças na composição, com estas últimas

apresentando maiores teores de celulose e hemicelulose (Norton, 1982).

À medida que avança o estágio de desenvolvimento da planta, aumenta o conteúdo de parede celular, além de ocorrerem modificações em sua composição, com variações mais acentuadas nas gramíneas (Norton, 1982).

Realizando trabalho em pastagem semelhante à deste estudo, Santos (1997), avaliou a composição química de algumas forrageiras componentes do ecossistema, encontrando teores de FDN na época seca e chuvosa de 79,3 e 73,0% para o capim gordura (*Melinis minutiflora* P. Beauv.); 75,7 e 70,0% para o capim capetinga (*Panicum*

Tabela 4 - Parâmetros médios da cinética de degradação e valores de repleção ruminal da fibra em detergente neutro por novilhos mantidos em pastagem natural

Table 4 - Means of ruminal degradation parameters and ruminal repletion of neutral detergent fiber by steers grazing native pasture

	Época 1 Season 1				Época 2 Season 2			
	Fevereiro February	Março March	Abril April	Média Mean	Agosto August	Setembro September	Outubro October	Média Mean
b	76,43 <sup>a</sup>	73,22 <sup>a</sup>	72,48 <sup>b</sup>	73,90 <sup>A</sup>	61,89 <sup>a</sup>	57,93 <sup>b</sup>	57,87 <sup>b</sup>	59,33 <sup>B</sup>
c	3,61 <sup>a</sup>	3,42 <sup>a</sup>	3,76 <sup>a</sup>	3,60 <sup>B</sup>	4,20 <sup>a</sup>	3,27 <sup>aa</sup>	3,26 <sup>a</sup>	3,58 <sup>A</sup>
I	23,57 <sup>b</sup>	26,79 <sup>a</sup>	27,52 <sup>a</sup>	25,96 <sup>B</sup>	38,12 <sup>b</sup>	42,13 <sup>a</sup>	41,77 <sup>a</sup>	40,67 <sup>A</sup>
DE	30,70 <sup>a</sup>	29,12 <sup>a</sup>	29,05 <sup>a</sup>	29,63 <sup>A</sup>	27,66 <sup>a</sup>	22,86 <sup>a</sup>	26,09 <sup>a</sup>	25,53 <sup>B</sup>
RR	14,66 <sup>a</sup>	14,39 <sup>a</sup>	15,48 <sup>a</sup>	14,84 <sup>B</sup>	20,04 <sup>b</sup>	23,26 <sup>a</sup>	19,49 <sup>b</sup>	20,93 <sup>A</sup>

Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha, em cada época, não diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste SNK.

Médias seguidas por mesma letra maiúscula na linha, em cada época não diferem ( $P < 0,01$ ) pelo teste de F.

b = fração potencialmente degradável-%; c = taxa de degradação da fração b-%/h; I = fração indegradável-%; DE = degradabilidade efetiva-%, RR=repleção ruminal-horas.

Means within a row followed by the same small letters, in each season, did not differ by ( $P < 0,05$ ) SNK test.

Means within a row followed by the same capital letters, in each season, did not differ by ( $P < 0,01$ ) F test.

a = soluble fraction-%; b = potentially degradable fraction-%; c = digestion rate-%/h; I = undegradable fraction-%; ED = effective degradability-%, RR = ruminal repletion-hours.

*pilosum* Sw.) e 66,0 e 60,0% para o desmodio (*Desmodium sp.*).

De modo geral, aceita-se que o grau de lignificação seja o principal fator limitante da digestão da parede celular das forrageiras, e neste sentido seria esperado que as leguminosas apresentassem menor DE da fibra, devido ao seu maior conteúdo em lignina, conforme observado em diversos trabalhos (Beever et al., 1986; Nocek & Grant, 1987; Grenet, 1989), e normalmente as leguminosas apresentam maior conteúdo em lignina em relação às gramíneas, além de que esta fração apresenta-se de forma mais condensada e potencialmente mais resistente à degradação química (Jung & Fahey, 1983).

No trabalho realizado por Torregroza Sanchez et al. (1993) nesta mesma área, verificou-se maior participação de leguminosas na dieta dos animais no período seco do ano, além de ervas e arbustos. Entretanto, na pastagem natural, onde a diversidade de plantas é acentuada, a relação direta entre teor de lignina e degradabilidade da fração fibrosa pode não ocorrer.

Diferentes tipos de tecidos vegetais podem apresentar paredes celulares quimicamente diferentes, com diferenças na estrutura e composição da CEL e HCEL (Gordon et al., 1985; Nordkvist & Aman, 1986), com diferentes comportamentos à adesão dos microrganismos e à ação enzimática. Além disso, a composição da LIG varia com o tipo de forrageira e nem sempre está relacionada com a sua quantidade, sendo possível que a degradação da parede celular esteja mais afetada pela composição da lignina do que pelo seu conteúdo (Hacker & Minson, 1981; Ford & Elliot, 1987; Akin & Cheeson, 1988).

A repleção ruminal parece estar mais relacionada com a taxa de passagem do alimento, a qual está em função da ação física (mastigação durante a ruminação) e microbiana (degradação), determinando redução do tamanho das partículas. A DE da FDN corresponde a 40% da fração potencialmente degradável da E1, contra 43% da E1 para mesma taxa de degradação da FDN entre as épocas, no presente estudo. Portanto, o maior tempo da repleção ruminal na E2, provavelmente, está relacionado ao elevado teor da fração indegradável nesta época, quando comparado a E1, que ao efeito da fermentação pelos microrganismos.

Devido à relação inversa entre a taxa de passagem da fase líquida e o seu tempo de retenção no rúmen, logicamente os resultados apresentaram-se

diferentes entre as épocas, sendo a taxa de passagem maior ( $P < 0,01$ ) na E1 (13,67 %/hora) que na E2 (8,67 %/hora), e o tempo de retenção maior ( $P < 0,01$ ) na E2 (12,9 horas) em relação a E1 (7,53 horas). O volume do fluido ruminal foi maior ( $P < 0,01$ ) na E2 (168 litros), possivelmente, em razão do maior tempo de retenção de líquidos no rúmen, nesta estação. Em virtude de o fluxo ser representado pelo produto da taxa de passagem e o volume de rúmen, e a dieta dos bovinos ter apresentado comportamento inverso para estes parâmetros, o fluxo não diferiu entre as épocas (Tabela 5).

Olson et al. (1994) observaram redução da taxa de passagem e do fluxo de líquido ruminal e aumento do volume de fluido ruminal, com o avanço da estação (início do verão a meados do outono), sendo que os valores encontrados nesse trabalho, foram de 11,9 a 25,2 %/hora, para taxa de passagem; de 58,9 a 83,0 litros para volume de rúmen, e de 14,8 a 9,8 litros/hora para o fluxo.

As taxas de passagem da fase sólida no rúmen e intestino apresentaram-se maiores ( $P < 0,01$ ) na E1 (4,84 e 5,28 %/hora) e menores na E2 (3,59 e 3,90 %/hora), enquanto que o tempo de retenção da fase sólida no rúmen e intestino atingiram valores de 28,07 e 25,86 horas, na E2; e 21,15 e 19,43 horas na E1, respectivamente.

Tanto o tempo de retenção médio quanto o tempo de retenção médio total foram maiores ( $P < 0,01$ ) na E2 (53,93 e 65,42 horas) que na E1 (40,58 e 58,84 horas), respectivamente.

Os resultados encontrados por McCracken et al. (1993) e Park et al. (1994), com novilhos pastejando forrageiras de clima temperado, no final da primavera

Tabela 5 - Valores médios dos parâmetros da cinética de passagem da fase líquida em novilhos mantidos em pastagem natural

Table 5 - Mean values of liquid phase kinetics parameters in steers grazing native pasture

Parâmetro <i>Parameter</i>	Época 1 <i>Season 1</i>	Época 2 <i>Season 2</i>
K <sub>1</sub> - Taxa de passagem (%/hora) <i>Passage rate (%/hour)</i>	13,67 <sup>a</sup>	8,67 <sup>b</sup>
R - Tempo retenção ruminal (horas) <i>Rumen retention time (%/hour)</i>	7,53 <sup>b</sup>	12,91 <sup>a</sup>
V - Volume do rúmen (litros) <i>Rumen volume (liters)</i>	120 <sup>b</sup>	168 <sup>a</sup>
F - Fluxo da fase líquida (L/hora) <i>Liquid phase flow (L/hour)</i>	15,81 <sup>a</sup>	13,22 <sup>a</sup>

$P < 0,01$  pelo teste F ( $P < .01$  by F test).

para o outono, mostraram redução da taxa de passagem da fase sólida e aumento do tempo de retenção médio no trato gastrointestinal, à medida que avançava a estação de crescimento.

Apesar da considerável biomassa produzida pelas forrageiras tropicais, sua qualidade decresce rapidamente com o amadurecimento. Wilson (1997) explica que essa desvantagem das forrageiras tropicais se deve às características estruturais e anatômicas das plantas, influenciando seu valor nutritivo para os ruminantes. A anatomia da planta influencia o consumo e a qualidade do pasto, particularmente pelo seu efeito sobre o conteúdo de parede celular e digestibilidade, que resulta de mudanças na proporção dos tipos de células de parede fina para espessa, na organização estrutural dos órgãos e tecidos e no grau de lignificação (Minson & Wilson, 1994).

A degradação microbiana dos constituintes da parede celular é um processo relativamente lento, e para realizar efetiva digestão da celulose, os ruminantes em seu processo evolutivo desenvolveram a capacidade para reter as partículas do alimento no rúmen por tempo substancialmente maior que o dos fluidos. Tal estratégia tem como conseqüência que o maior tempo médio de retenção das partículas no retículo-rúmen aumentará a utilização dos constituintes

da parede celular, e deste modo, longo tempo médio de retenção pode restringir o consumo voluntário, porque o consumo de volumoso é limitado principalmente pela capacidade do trato digestivo (Lechner-Doll et al., 1991).

No inverno, ocorrendo falta de sincronização no fornecimento de aminoácidos e carboidratos aos microrganismos do rúmen, verificado pela alta taxa de degradação (c) de PB e baixa de FDN, acredita-se que a suplementação protéica, neste momento, pode melhorar o desempenho dos animais, sob tais condições, como foi mostrado por Grings et al. (1994), Wu et al. (1995) e Robinson et al. (1996). Entretanto, tal suplementação pode não surtir efeito sobre o consumo voluntário, devido à limitação física de passagem (Grings et al., 1994), principal determinante da produção animal em regime de pasto (Mertens, 1994). Portanto, a suplementação da dieta de baixa qualidade deve ser bem delineada, pois sua limitação ao maior consumo voluntário, pode estar no maior tempo de repleção ruminal provocado pelas partículas indegradáveis no rúmen.

Grings et al. (1994), em estudo sobre suplementação protéica, observaram maior consumo voluntário de pasto no início em relação ao final do verão. Isto sugere que o fornecimento de nitrogênio protéico favoreceu a digestão microbiana e reduziu a repleção ruminal, devido à maior degradação microbiana e à menor proporção de fração indegradável, neste estágio vegetativo, facilitando o escape das partículas do rúmen. Portanto, a suplementação protéica, neste momento, pode ter retorno produtivo e econômico. Já no final do verão, esta aumenta a produção, mas a estrutura anatômica apresentada pela planta interfere sobre o consumo (Minson & Wilson, 1994) e a resposta neste momento pode ser produtiva, mas antieconômica.

Fox et al. (1991) forneceram suplementos a novilhas sob pastejo e concluíram que o bom manejo da pastagem seria de maior proveito que a suplementação protéica.

Diante disso, adotar melhor manejo das pastagens, mantendo o pasto em constante crescimento vegetativo e favorecendo menor aumento do conteúdo da parede celular, poderia ser uma alternativa para aumento da performance animal, nas condições tropicais. Para tal procedimento, é necessário manter baixa lotação durante o inverno, onde ocorre menor disponibilidade de pasto, procurando manter a sustentabilidade do ecossistema das pastagens nativas e, ou, naturais, como sugeriram Heitschmidt & Walker (1997).

Tabela 6 - Valores médios dos parâmetros da cinética de passagem de partículas em novilhos mantidos em pastagem natural

Table 6 - Means values of particles passage kinetics parameters in steers grazing native pasture

Parâmetro <i>Parameter</i>	Época 1 <i>Season 1</i>	Época 2 <i>Season 2</i>
k <sub>1</sub> - Taxa de passagem no rúmen-retículo (horas) <i>Rumen-reticulum passage rate (hours)</i>	4,84 <sup>a</sup>	3,59 <sup>b</sup>
k <sub>2</sub> - Taxa de passagem no intestino (%/hora) <i>Hindgut passage rate (hours)</i>	5,28 <sup>a</sup>	3,90 <sup>b</sup>
TMRT - Tempo de retenção médio total (horas) <i>Total mean retention time (hours)</i>	58,84 <sup>b</sup>	65,42 <sup>a</sup>
TMR - Tempo de retenção médio (horas) <i>Mean retention time</i>	40,58 <sup>b</sup>	53,93 <sup>a</sup>
TRK <sub>1</sub> - Tempo de retenção no rúmen (horas) <i>Rumen retention time (hours)</i>	21,15 <sup>b</sup>	28,07 <sup>a</sup>
TRK <sub>2</sub> - Tempo de retenção no intestino (horas) <i>Hindgut retention time (hours)</i>	19,43 <sup>b</sup>	25,86 <sup>a</sup>

P<0,01 pelo teste F (P<.01 by F test).

## Conclusões

A alta fração indegradável dos nutrientes pode ser a principal responsável pelo maior tempo de retenção e pela repleção ruminal da fração fibrosa no rúmen.

O manejo da pastagem, mantendo o pasto em constante crescimento vegetativo e favorecendo menor aumento do conteúdo da parede celular, em sua fração indegradável, poderia ser uma alternativa para aumento da performance animal, nas condições tropicais.

## Literatura Citada

- AKIN, D.E.; CHESSON, A. Lignification as the major factor limiting feeding value, especially in warm conditions. In: INTERNATIONAL GRASSLANDS CONGRESS, Nice. 16., 1989. **Proceedings...** Nice: 1989.
- BEEVER, D.E.; DHANOA, M.S.; LOSADA, H.R. et al. The effect of forage species and stage of harvest on the processes of digestion occurring in the rumen of cattle. **British Journal of Nutrition**, v.56, p.439-454, 1986.
- BLASER, R.E.; NOVAES, L.P. Manejo do complexo pastagem-animal para avaliação de plantas e desenvolvimento de sistemas de produção de forragens. In: **Pastagens**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1990. p.157-205.
- 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. **Journal of Dairy Science**, v.73, n.81, p.2143-2156, 1990.
- COWAN, R.T.; DAVISON, R.M.; SHEPHARD, R.K. Observation on the diet selected by Friesian cows grazing tropical grass and grass-legume pastures. **Tropical Grasslands**, v.20, n.4, p.183-192, 1986.
- DIOGO, J.M.S.; NASCIMENTO Jr., D.; TORREGROZA SANCHEZ, L.J. Composição botânica da dieta selecionada por novilhos em pastagem natural de Viçosa - MG. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.6, p.884-896, 1995.
- FORD, C.W.; ELLIOT, R. Biodegradability of mature grass cell wall in relation to chemical composition and rumen microbial activity. **Journal of Agricultural Science**, v.108, p.201-209, 1987.
- FOX, D.G.; EMMICK, D.L.; CHASE, L.E. et al. Performance of grazing Holstein heifers supplemented with slowly degraded protein. **Journal of Production Agriculture**, v.4, n.2, p.225-228, 1991.
- GORDON, A.H.; LOMAX, J.A.; DALGARNO, K. et al. Preparation and composition of mesophyl, epeidermis and fibre cell walls from leaves of perennial ryegrass (*Lolium perene*) and italian ryegrass (*Lolium multiflorum*). **Journal of Science and Food Agriculture**, v.36, p.509-519, 1985.
- GRENET, E. A comparison of the digestion and reduction in particles size of lucerne hay (*Medicago sativa*) and Italian ryegrass( hay (*Lolium italicum*) in the ovine digestive tract. **British Journal of Nutrition**, v.62, p.493-507, 1989.
- GRINGS, E.E.; ADANS, D.C.; SHORT, R.E. Protein supplementation of stocker in the Northern Great Plains. **Journal of Range Management**, v.47, p.4, p.303-307, 1994.
- GROVUM, W.L.; WILLIAMS, V.J. Rate of passage of digesta in sheep. 4. Passage of marker through the alimentary tract and the biological relevance of rate-constants derived from the changes in concentration of markers in faeces. **British Journal of Nutrition**, v.30, n.2, p.313-29, 1973.
- HACKER, J.B.; MINSON, D.J.. The digestibility of plant parts, **Herbage Abstracts**, v.51, p.459-482, 1981.
- HEITSCHMIDT, R.K.; WALKER, J.W. Grazing management: technology for sustaining rangeland ecosystems. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ANIMAL PRODUCTION UNDER GRAZING, 1997, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p.303-331.
- HUNGATE, R.E. Introduction: The ruminant and the rumen. In: HOBSON, P.N. (Ed.) **The rumen microbial ecosystem**. Barking: Elsevier Science Publishers, 1988. p.1-20.
- JUNG, H.G.; FAHEY, G.C. Jr. Nutritinal implications of phenilic monomers and lignin: a review. **Journal of Animal Science**, v.57, p.206-219, 1983.
- LECHNER-DÖLL, M.; KASKE, M.; ENGELHARDT, W.V. Factors affecting the mean retention time of particles in the forestomach of ruminants and camelids. In: TSUDA, T.; SASAKI, Y.; KAWASHIMA, R. (Eds.) **Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON RUMINANT PHYSIOLOGY**, 7., 1989, Sendai, Japan. **Proceedings...** San Diego: Academic Press, 1991. p.455-482.
- McCRACKEN, B.A.; KRYSL, L.J.; PARK, K.K. et al. Steers grazing endophyte-free tall fescue: seasonal changes in nutrient quality, forage intake, digesta kinetics, ruminal fermentation, and serum hormones and metabolites. **Journal of Animal Science**, v.71, n.6, p.1588-1595, 1993.
- MEHREZ, A.Z.; ØRSKOV, E.R., A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. **Journal of Agricultural Science**, v.88, n.3, p.645-650, 1977.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: GEORGE, C.; FAHEY, G.C. Jr. (Ed) **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.450-493.
- MINSON, D.J. Forage quality: assessing the plant-animal complex. In: INTERNATIONAL GRASSLANDS CONGRESS, 1981, Kentucky. **Proceedings...** Kentucky: 1981. p.23-29.
- MINSON, D.J.; WILSON, J.R. Prediction of intake as an element of forage quality. In: GEORGE, C.; FAHEY, G.C. (Eds.) **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.533-563.
- NOCEK, J.E.; GRANT, A.L., Characterization of in situ nitrogen and fiber digestion and bacterial nitrogen contamination of hay cropo forages preserved at different dry matter percentages **Journal of Animal Science**, v.64, p.552-564, 1987.
- NOCEK, J.E. *In situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES, 1997, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1997. p.197-240.
- NORDKVIST, W.; AMAN, P. Changes during growth in anatomical and chemical composition and in vitro degradability of lucerne. **Journal of Science Food and Agriculture**, v.37, n.1, p.1-7, 1986.
- NORTON, B.W., Differences between species in forage quality In: HACKER, J.B. (Ed.) **Nutritional limits to animal production from pastures**. Farham Royal: CAB, 1982. p.89-110.

- OLSON, K.C.; CATON, J.S.; KIRBY, D.R. Influence of yeast culture supplementation and advancing season on steers grazing mixed-grass prairie in the Northern Great Plains: II Ruminal fermentation, site of digestion, and microbial efficiency. **Journal of Animal Science**, v.72, n.8, p.2158-2170, 1994.
- ØRSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, v.92, n.2, p.499-503, 1979.
- PARK, K.K.; KRYSL, L.J.; McCRACKEN, B.A. et al. Steers grazing intermediate wheatgrass at various stages of maturity: effects on nutrient quality, forage intake, digesta kinetics, ruminal fermentation, and serum hormones and metabolites. **Journal of Animal Science**, v.72, n.2, p.478-486, 1994.
- ROBINSON, P.H.; CHALUPA, W.; JULIAN, W. et al. Effect of lysine and/or methionine oversupply on performance of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.79, S.1, p.208, 1996.
- SANTOS, M.V.F. **Métodos agrônômicos para estimativa de consumo e de disponibilidade de forragem na Zona da Mata**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 155p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- SMITH, L.W.; GOERING, H.K.; WALDO, D.R. et al. *In vitro* digestion rate of forage cell wall components. **Journal of Dairy Science**, v.54, n.1, p.71-76, 1971.
- TORREGROZA SANCHEZ, L.J.; NASCIMENTO Jr., D.; DIOGO, J.M.S. et al. Composição botânica da dieta de novilhos esôfago-fistulados em pastagem natural de Viçosa. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.5, p.839-51, 1993.
- UDÉN, P.; COLUCCI, P.E.; Van SOEST, P.J. Investigation of Chromium, Cerium and Cobalt as markers in digesta. rate of passage studies. **Journal of Science Food and Agriculture**, v.31, n.7, p.625-632, 1980.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG: 1995.
- Van SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Animal Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.
- Van SOEST, P.J. **The nutritional ecology of the ruminants**. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- WALLACE, R.J.; COTTA, M.A. Metabolism of nitrogen-containing compounds, In: HOBSON, P.N. (Ed.) **The rumen microbial ecosystem**. England: Elsevier Applied Science, 1982. p.217-250.
- WALDO, D.R.; SMITH, I.W.; COW, L.L. Model of cellulose disappearance from the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.55, n.1, p.125-129, 1972.
- WILLIAMS, C.H.; DAVID, D.J.; IISMA, D. 1The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Agricultural Science**, v.59, n.3, p.381-385, 1962.
- WILSON, J.R. Structural and anatomical traits of forages influencing their nutritive value for ruminants. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ANIMAL PRODUCTION UNDER GRAZING, 1997, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p.173-208.
- WU, Z.; FISHER, R.; POLAN, C.E. Lactational performance of cows fed low or high RUP during late gestation and Met and Lys in subsequent lactation. **Journal of Dairy Science**, v.78, S1, p.266, 1995.

Recebido em: 23/03/01

Aceito em: 03/12/01