

## Dinâmica da fase sólida e líquida no trato gastrointestinal de vacas leiteiras em pastagem tropical

*Dynamics of the solid and liquid phases in the gastrointestinal tract of dairy cows in tropical forage*

MOTA, Marcelo Falci<sup>1</sup>; SANTOS, Geraldo Tadeu dos<sup>2</sup>; VILELA, Duarte<sup>3</sup>; ELYAS, Ana Cristina Wyllie<sup>4</sup>; LOPES, Fernando César Ferraz<sup>3</sup>; VERNEQUE, Rui da Silva<sup>5</sup>; PINTO NETO, Adalgiza<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Universidade Paranaense, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Produção Animal, Umuarama, Paraná, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Estadual Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Maringá, Paraná, Brasil.

<sup>3</sup>EMBRAPA – Gado de leite, Fazenda Experimental de Coronel Pacheco, Laboratório de Nutrição de Ruminantes, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil.

<sup>4</sup>Universidade Federal de Lavras, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Lavras, Minas Gerais, Brasil.

<sup>5</sup>EMBRAPA – Gado de leite, Fazenda Experimental de Coronel Pacheco, Departamento de Melhoramento Genético, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil.

<sup>6</sup>Universidade Paranaense, Centro de Ciências Agrárias, Umuarama, Paraná, Brasil.

\*Endereço para correspondência: marcelofalci@unipar.br

### RESUMO

Avaliaram-se os efeitos do fornecimento de três e seis quilos de concentrado na dinâmica da fase sólida e líquida, em vacas em lactação em pastagem de Coast cross fertilizada. Estimaram-se os parâmetros da cinética de fluxo de partículas no trato gastrointestinal (TGI) por intermédio dos modelos de Grovum & Willians (1973) e Dhanoa et al. (1985), testando aquele que proporcione melhores valores preditos da excreção do cromo nas fezes e para os parâmetros da cinética da fase sólida, biologicamente aceitáveis, perante as dietas. O Coast cross manejado em pastejo intermitente, com cinco unidades animal (UA)/ha, em média, possuía 11,7% de PB; 70,2% de FDN; 35,2% de FDA e 63,8% de DIVMS. A quantidade de concentrado proporcionou uma ingestão de MS de 13,4 e 14,6 kg, proporcionando percentagens de nutrientes na MS da dieta de, respectivamente, 13,6 e 15,2% de PB, 2,6 e 3,2% de EE e FDN de 64,0 e 59,0%, aos tratamentos com três e seis quilos de concentrado, respectivamente. Os parâmetros da cinética de fluxo de partículas no TGI, não foram alterados pelos diferentes tratamentos. O

modelo de Dhanoa et al. (1985) foi mais eficiente na estimação dos parâmetros relativos à taxa de passagem de vacas em lactação em pastagem e suplementadas. Os parâmetros avaliados na cinética da fase líquida, não foram influenciados pela maior ingestão de concentrado.

**Palavras-chave:** cinética ruminal, Coast cross, *Cynodon*, leite, pasto

### SUMMARY

The objectives of this study was to evaluate the effects of different amounts of concentrate, three (SU1) and six (SU2) kg of concentrate, on the dynamics of the solid and liquid phases in lactating Holland cows handled in fertilized Coastcross forage. For the determination of the parameters of the particle kinetics in the gastrointestinal tract, the models of Grovum e Willians (1973) and Dhanoa et al. (1985) were used, checking which provided the best predicted values of chromium excretion in the faeces and for the parameters of the solid-phase kinetics, biologically acceptable, in face of the

experimental diets. The Coastcross handled in intermittent foraging, with lots of five animal units (UA)/ha had on average 11.7% PB, 70.2% FDN, 35.2% FDA and 63.8% of DIVMS. The different amounts of concentrate provided a mean dietary ingestion of 13.6% and 14.6% of MS, having nutrient percentages in the MS of the diet of 13.6% and 15.2% PB, 2.6% and 3.2% EE and FDN of 64.0% and 59.0%, respectively. The parameters of the flux kinetics of particles in the gastrointestinal tract were not altered by the different amounts of concentrate. The model of Dhanoa et al. (1985) was more effective in the determination of the parameters related to the rate of flux. The evaluated parameters for the liquid-phase kinetics were not influenced by the greater ingestion of concentrate.

**Keywords:** Coast cross, *Cynodon*, dairy, rumen kinetics

## INTRODUÇÃO

A cinética de trânsito ou passagem refere-se ao fluxo de resíduos não-digeridos do alimento ao longo do trato digestório e é influenciada pelos nível de consumo, forma física da dieta, diferenças na ruminação existente entre animais, tipo de marcador utilizado na determinação da curva de excreção fecal (MERTENS & ELY, 1982), proporção volumoso: concentrado e fatores climáticos (FAICHNEY, 1993).

A taxa de remoção da digesta ruminal afeta a extensão da degradação protéica (ORSKOV & MCDONALD, 1979), a digestão da parede celular e, consequentemente, a digestibilidade *in vivo* da dieta (ALLEN & MERTENS, 1988; VAN SOEST, 1994) e a eficiência de síntese de proteína microbiana (SNIFFEN & ROBINSON, 1987), por isso, a importância de se estudar a cinética de passagem das partículas. Logo, digestão e passagem atuam de forma simultânea e competitiva para a remoção da digesta presente no rúmen, devendo-se, então,

estudar os efeitos combinados de digestão e taxa de passagem para maximizar o consumo de nutrientes digestíveis (AITCHISON et al., 1986).

O valor nutritivo do pasto selecionado pelos ruminantes é influenciado pela taxa em que é degradado no rúmen e pela taxa de remoção dos resíduos indigeríveis do rúmen-retículo (FAICHNEY, 1986). Quando os animais são alimentados com forragens de baixo valor nutritivo, verifica-se uma menor taxa de passagem das partículas do rúmen o que acarreta a redução no consumo de matéria seca (VAN SOEST, 1994). Inversamente à taxa de passagem, o tempo médio de retenção das partículas e fluidos da digesta no trato gastrintestinal é geralmente relacionado à capacidade do trato digestório, com relação ao consumo e a digestibilidade da dieta ingerida (LECHNER-DOLL et al., 1991). Assim, o sistema de digestão dos alimentos pelos ruminantes é um complexo processo que envolve interações entre dieta, população microbiana e animal.

O interesse dos pesquisadores que estudam a absorção e utilização de nutrientes no rúmen tem recaído sobre o volume ruminal. Para isso, indicadores da fase líquida são usados tanto em estudos de digestibilidade, como também, do balanço hídrico de avaliação do volume ruminal e da taxa de passagem da fase líquida.

No estudo da taxa de passagem da fase sólida e líquida da dieta no trato gastrintestinal de bovinos, utilizam-se modelos que ajustam os valores observados. Tais modelos como o de Grovum & Willians (1973) e o de Dhanoa et al. (1985), são mais usados em sistemas intensivos de criação de animais, que emprega diferente tipo de manejo alimentar quando comparado com animais em pastejo, em que devem

ser avaliados neste sistema utilizando forrageiras tropicais.

Objetiva-se com o trabalho avaliar a influência das diferentes quantidades de concentrado fornecido (dois níveis de concentrado) sobre os parâmetros biológicos da cinética ruminal, da fase sólida e líquida, e avaliar dois modelos no ajuste dos valores da excreção de cromo nas fezes de vacas em pastagem de Coast cross, suplementadas por dois níveis de concentrado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nas instalações da Embrapa - Gado de Leite, Campo Experimental de Coronel Pacheco, no município de Coronel Pacheco, Estado de Minas Gerais, Zona da Mata, localizada a 426 m de altitude, 21°55'55 "de latitude sul e 43°16'15" de longitude oeste. O tipo climático é CWA, segundo a classificação de Köppen, apresentando verões quentes e chuvosos, e invernos secos e frios. O período experimental foi de 15 de janeiro a 23 de março de 2003.

Foram utilizadas quatro vacas da raça Holandesa (puro por cruza – PC), em lactação, fistuladas no rúmen e providas de cânulas de plastosol (borracha de silicone), com diâmetro interno de 10 cm (Bar Diamond<sup>®</sup>, Inc. Parma, Idaho, USA). Os animais foram aleatoriamente distribuídos nos quatro blocos do ensaio de produção animal, um animal por bloco, com uma repetição por tratamento, e uma lotação fixa total de cinco vacas por hectare, ao longo de todo o período experimental (janeiro a março). Esses animais, mantidos em pastagem de Coast cross em sistema de pastejo intermitente, foram divididos em dois tratamentos. No tratamento 1 foi fornecido três quilos de

concentrado/animal/dia, e no tratamento 2 seis quilos de concentrado/animal/dia, fracionados em partes iguais e ofertado duas vezes por dia, no momento das ordenhas.

O estudo foi dividido em quatro períodos experimentais, com duração de 17 dias, nos quais dez dias foram para a adaptação dos animais às dietas, seis dias para avaliação da taxa de passagem da fase sólida e um dia para avaliação da taxa de passagem da fase líquida.

O delineamento experimental foi em quadrado latino 4 x 4, no qual a associação do tratamento e repetição de área foi denominada de sistema (S), dividida em quatro: S<sub>11</sub> (Tratamento 1 e repetição 1), S<sub>12</sub>, S<sub>21</sub> (Tratamento 2 e repetição 1) e S<sub>22</sub>.

Na avaliação da fração líquida ruminal, utilizaram-se 5g de cobalto-EDTA (indicador) diluídas em 250 mL de água destilada, introduzidas no rúmen das vacas fistuladas. As coletas do líquido ruminal para avaliação da concentração de cobalto foram realizadas manualmente, por meio da cânula ruminal em diferentes tempos (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 24 horas), filtradas em gaze. Ressalta-se, porém, que a coleta no tempo zero foi realizada antes de se introduzir a solução de cobalto-EDTA. As análises de cobalto-EDTA foram feitas por espectrofotometria de absorção atômica, segundo o método de Willians et al. (1962).

Na amostragem da dieta selecionada destinada à análise bromatológica e preparo da fibra-mordente, foi utilizada uma vaca fistulada no esôfago. Para a drenagem da saliva e coleta da extrusa, utilizou-se uma bolsa confeccionada com lona e tala plástica, que foi fixada na fístula esofágica. No dia antecedente à coleta, a vaca com a fístula no esôfago foi submetida a jejum, a partir das 18 h. Parte da extrusa de *Cynodon dactylon* cv. Coast cross coletada foi destinada ao

preparo da fibra-mordentada, a fim de ser utilizada como indicador interno de estimativas dos parâmetros da dinâmica de fluxo da fase sólida, fornecida para cada vaca fistulada, presente em determinado bloco de piquetes e período (100 g de fibra-cromo-mordente para cada vaca fistulada). As amostras para o preparo da fibra-mordentada foram submetidas à extração a quente, com detergente neutro comercial, e posteriormente, mordentada com dicromato de sódio ( $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), conforme Luginbuhl et al. (1994).

Para a análise dos parâmetros da dinâmica de fluxo de fase sólida, foram realizadas coletas individuais de fezes, iniciadas à zero hora, junto com a administração da fibra mordentada, prosseguindo em tempos pré-determinados, até 144 horas (0; 6; 9; 12; 15; 18; 21; 24; 27; 30; 33; 36; 42; 48; 54; 60; 72; 84; 96; 108; 120 e 144 h). As fezes foram colhidas diretamente no reto dos animais, com o auxílio de luvas plásticas. Nas coletas noturnas, os animais de cada tratamento foram alocados a partir das 22 h em um piquete de *Cynodon* cv. Coast cross, próximo ao curral, com retorno a rotina experimental ao amanhecer. As amostras de fezes foram congeladas a  $-10^\circ\text{C}$  para posteriores análises.

As amostras foram pré-secadas em estufa de ventilação forçada ( $65^\circ\text{C}$ ), durante 72h, moídas em moinho de facas tipo Wiley (peneira com malhas de 1 mm) e analisadas quanto ao teor de cromo (Cr) por espectrofotometria de absorção atômica, após digestão nitro-perclórica, segundo metodologia descrita por Kimura & Miller (1957).

Estabeleceu-se um intervalo de dez dias entre o término do período de estimativas dos parâmetros da dinâmica de fluxo de fase sólida, e o início da próxima etapa experimental para garantir a completa exaustão do cromo

residual no trato gastrointestinal das vacas.

Na avaliação da taxa de passagem da fase líquida, utilizou-se o Modelo proposto por Colucci (1984) com as seguintes variáveis:  $k$  = taxa de passagem ou taxa ruminal de reciclagem (%/hora); TR = tempo de reciclagem (h); TaxaRec = taxa de reciclagem (número de vezes em 24 horas); TaxaFluxo = taxa de fluxo (litros/h); Volume total de água ruminal = *pool* de água ruminal.

Com intuito de avaliar os modelos de cinética de fluxo, elaboraram-se curvas individuais de excreção do indicador, referentes às combinações “Vaca x Tratamento x Período”, compostas pela concentração de cromo observada nas fezes e os valores preditos propostos pelos modelos de Grovum & Williams (1973) e Dhanoa et al. (1985). Assim, foi realizada uma avaliação gráfica preliminar da adequacidade de ajuste de um modelo, baseando-se no julgamento visual da dispersão no tempo, dos resíduos ordinários, em relação aos valores observados.

Para obter melhor interpretação gráfica visual e a comparação de um modelo no ajuste de diferentes conjuntos de dados observados, foi adotada análise do perfil de “corridas de sinal” dos desvios padronizados, conforme descrito por Draper & Smith (1966).

As estimativas dos parâmetros da cinética de fluxo da fase sólida foram avaliadas pelo processo iterativo do algoritmo *Marquardt*, com auxílio do procedimento PROC NLIN (SAS, 1996), segundo os modelos descritos por Grovum & Williams (1973) e Dhanoa et al. (1985). Calcularam-se a taxa de passagem da dieta e o tempo médio de retenção, utilizando-se as estimativas das variáveis do modelo não-linear de dois compartimentos, aplicando-se a expressão geral do

modelo de Grovum & Williams (1973):  $Y = A * e^{-k_1 * (t - TT)} - A * e^{-k_2 * (t - TT)}$ , 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; e = função exponencial (base do logaritmo natural = 2,7183) e para  $t \geq TT$  e  $Y=0$ , para  $t < TT$ . O parâmetro “A” é indefinido do ponto de vista biológico e apresenta apenas valor matemático e a expressão geral do modelo de Dhanoa et al. (1985),  $Y = A * e^{-k_1 * t} * \exp(-B * e^{-k_2 * t})$ , em que: “Y” é a concentração fecal do indicador no tempo “t”, “A” e “B” são parâmetros sem definição biológica; e “ $k_1$ ” e “ $k_2$ ”, respectivamente, taxas de passagem ruminal e pós-ruminal.

Os parâmetros “ $k_1$ ” e “ $k_2$ ” correspondem, respectivamente, às taxas de passagem no rúmen-retículo e no ceco e cólon proximal, enquanto que TT refere-se ao tempo de trânsito no omaso e intestinos delgado e grosso, ou ainda, o tempo transcorrido desde a dosificação até o primeiro aparecimento do indicador nas fezes. A concentração fecal do indicador no tempo “t” é definida pela variável dependente “Y”.

Os parâmetros da cinética da fase líquida no rúmen foram estimados pelo procedimento iterativo do algoritmo *Marquardt*, com auxílio dos modelos não-lineares (PROC NLIN) do SAS (1996) para cada um dos tratamentos avaliados, a partir da utilização conjunta dos dados das quatro repetições disponíveis (animais), 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 unicompartmental relatado por Colucci (1984), cuja expressão é:  $Y = A * e^{-k * t}$ . em que: “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.

O volume de fluído 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 (TaxaRec, nº de vezes por 24 horas) foi calculada como 24/TR. A taxa de fluxo (TaxaFluxo, litros/h) foi calculada como o produto do volume de fluído ruminal (V) pela taxa de passagem da fase líquida no rúmen (k).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao final do experimento, obteve-se o acompanhamento de 16 excreções fecais de cromo dos quatro animais em seus tratamentos, repetições e períodos. Os comportamentos da excreção fecal do indicador (cromo) observado e os valores preditos propostos pelos modelos de Grovum & Williams (1973) e Dhanoa et al. (1985), estão apresentados nas figuras seguintes, com os seus respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ).

A Figura 1 (Vaca 1, com o fornecimento de seis kg de concentrado e no período experimental 3) demonstra que quando a excreção fecal (valor observado) do cromo apresenta referido comportamento, o ajuste dos valores preditos é plenamente possível e semelhante aos valores observados, apresentando altos coeficientes de determinação ( $R^2$ ). Comportamento semelhante entre as curvas nos modelos avaliados, com valores próximos de

coeficiente de variação ( $R^2$ ), podem ser observados na Figura 2. A Figura 3 (Vaca 2 / tratamento 1 / período experimental 3 / fornecimento de três quilos de concentrado por dia) demonstra um melhor ajuste dos valores para o modelo de Grovum & Willians,

frente aos valores observados, com valor mais elevado para  $R^2$ . Já na Figura 4 (Vaca 3 / tratamento 2 / período experimental 1), é possível verificar um excelente ajuste dos valores preditos para o modelo de Dhanoa e um alto  $R^2$ .

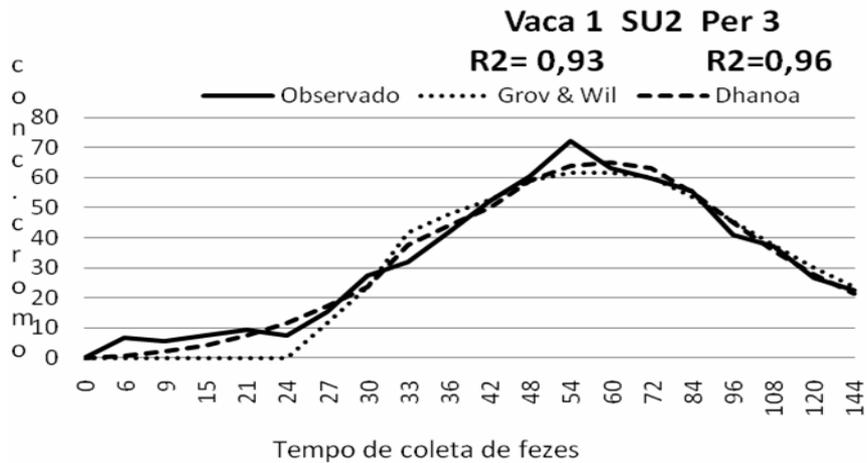


Figura 1. Comportamento da excreção fecal de cromo (observado) e valores preditos dos modelos Grovum e Willians (Gro. & Will) e Dhanoa da vaca 1, com o fornecimento de 6 kg de concentrado, no período experimental 3 e seus respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ )

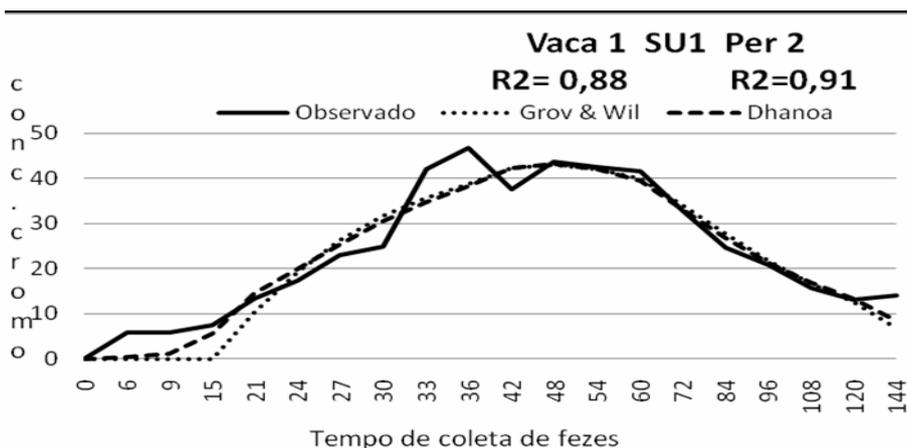


Figura 2. Comportamento da excreção fecal de cromo (observado) e valores preditos dos modelos Grovum e Willians (Gro. & Will) e Dhanoa da vaca 1, com o fornecimento de 3 kg de concentrado, no período experimental 2 e seus respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ )

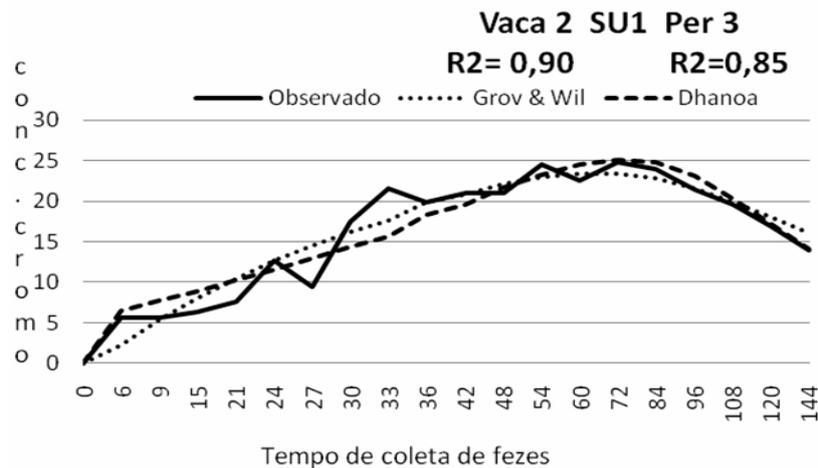


Figura 3. Comportamento da excreção fecal de cromo (observado) e valores preditos dos modelos Grovum e Willians (Grov. & Will) e Dhanoa da vaca 2, com o fornecimento de três quilos de concentrado e no período experimental 3 e seus respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ )

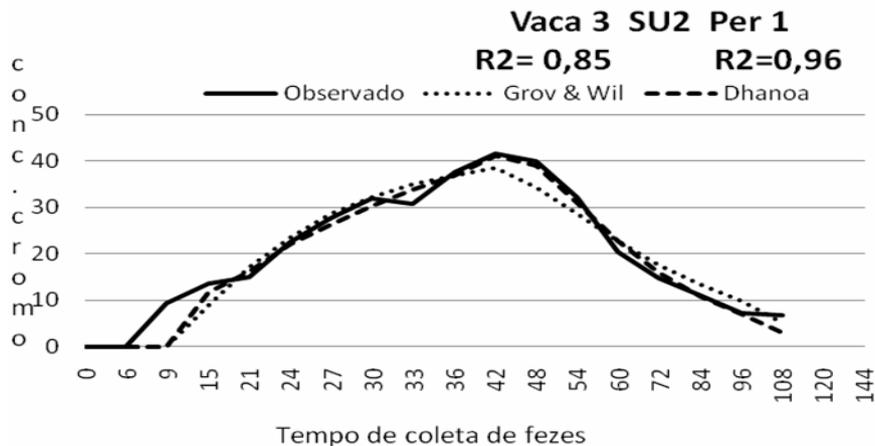


Figura 4. Comportamento da excreção fecal de cromo (observado) e valores preditos dos modelos Grovum e Willians (Grov. & Will) e Dhanoa da vaca 3, com o fornecimento de seis quilos de concentrado, no período experimental 1 e seus respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ )

Na avaliação visual, foi observado o comportamento da curva dos valores preditos dos modelos avaliados, sendo o ideal, o que apresentou mais próximo do observado. O modelo de Dhanoa et al.

(1985) teve melhor apresentação dos valores preditos em 10 (62,5%) das 16 Figuras foram semelhantes em 5 (31,25%) e o modelo de Grovum & Willians (1973) foi melhor em 1 (6,25%).

O modelo de Dhanoa et al. (1985) foi melhor, principalmente, na parte inicial das curvas elaboradas. Pela avaliação dos parâmetros biológicos, quanto à excreção de cromo nas fezes e suas modelagens, optou-se por não excluir nenhuma Figura, pois apresentou Figuras com excelentes visualizações, como também, ruins. Observa-se que os animais que receberam 6kg de concentrado (tratamento 2) apresentaram as piores visualizações, portanto, o aumento do concentrado de 2,67 kg de MS proporcionou uma inconstância na excreção do cromo da fibra-mordentada.

Pela avaliação do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), o modelo de Dhanoa et al. (1985) proporcionou valores mais elevados em 15 dos 16 gráficos avaliados, em que o valor mínimo de  $R^2 = 0,71$  e o máximo de  $R^2 = 0,96$ , enquanto que o modelo de Grovum & Willians (1973) teve o valor mínimo de  $R^2 = 0,66$  e o máximo de  $R^2 = 0,93$ . A média geral do coeficiente de determinação dos modelos de Dhanoa et al. (1985) e Grovum &

Willians (1973) foram  $R^2 = 0,88$  e  $0,82$ , respectivamente. Os ajustes da excreção fecal de cromo dos animais do tratamento 1 apresentaram valores médios do coeficiente de determinação superiores tanto para o modelo de Dhanoa et al. (1985) ( $R^2 = 0,89$ ) como para Grovum & Willians (1973) ( $R^2 = 0,83$ ). O coeficiente de determinação médio para o tratamento 2 pelo ajuste dos dados para o modelo de Dhanoa et al. (1985) foi  $R^2 = 0,87$  e  $R^2 = 0,81$  para o do Grovum & Willians (1973).

O perfil dos desvios padronizados foi semelhante entre os tratamentos, conforme comportamento observado na Figura 5. Assim, o uso desta análise não contribuiu para a avaliação dos modelos utilizados.

Os parâmetros biológicos da cinética de fluxo de partículas no trato gastrointestinal encontrados nos modelos de Dhanoa et al. (1985) e Grovum & Willians (1973) e para os tratamentos 1 e 2 estão apresentados na Tabela 1.

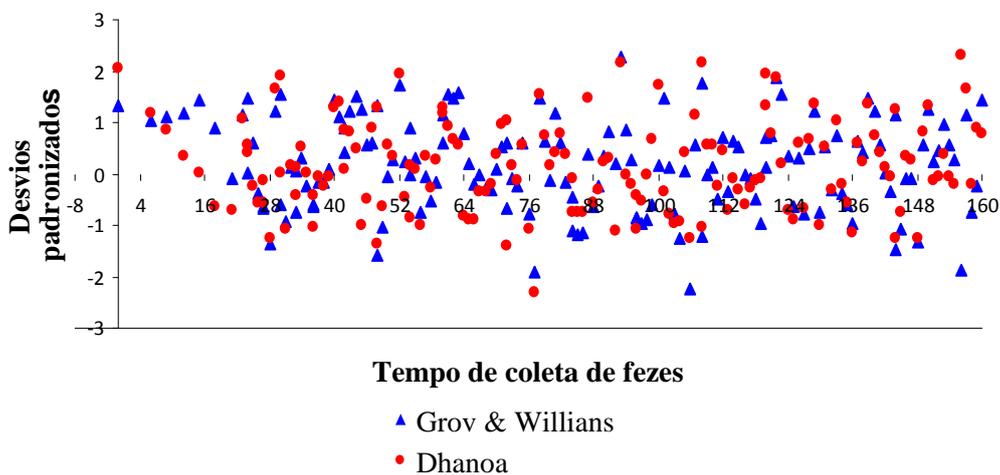


Figura 5. Comportamento dos desvios padronizados dos modelos de Grovum & Willians (1973) representada por ( $\blacktriangle$ ) e Dhanoa et al. 1985 por ( $\bullet$ )

Tabela 1. Parâmetros biológicos da cinética de fluxo de partículas no trato gastrintestinal de vacas Holandesas em lactação, sob pastejo de Coastcross, segundo estimativas obtidas do ajuste dos dados de excreção fecal de cromo encontrados nos modelos de Dhanoa et al. (1985) e Grovum & Willians (1973) e para os tratamentos um e dois

Modelo	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	TRR	TRI	TRR/TRI
Dhanoa	0,028	0,050 <sup>a</sup>	38,55	22,16 <sup>b</sup>	2,03 <sup>a</sup>
Grovum	0,026	0,032 <sup>b</sup>	40,20	32,91 <sup>a</sup>	1,22 <sup>b</sup>
Tratamento					
UM	0,028	0,042	38,38	27,08	1,64
DOIS	0,026	0,041	40,37	28,00	1,61

k<sub>1</sub>= taxa de passagem no rúmen; K<sub>2</sub> = taxa de passagem no intestino; TRR = tempo de retenção no rúmen (1/k<sub>1</sub>); TRI = tempo de retenção no intestino (1/k<sub>2</sub>); TRR/TRI = relação do tempo de retenção no rúmen sobre tempo de retenção no intestino. Médias na coluna seguida da mesma letra minúscula não diferem estatisticamente (P>0,05).

Nas análises dos parâmetros biológicos da cinética foram excluídos valores de K<sub>2</sub>, (quatro de 16 análises) encontrados pelo modelo de Dhanoa et al. (1985) por não atender as primícias biológicas que apresentam os valores para K<sub>2</sub> menores que K<sub>1</sub>. Nos ajustes dos dados pelo modelo de Grovum & Willians (1973) não se obtiveram valores de K<sub>2</sub> menores que K<sub>1</sub>.

Os valores de k<sub>2</sub>, TRI e a relação TRR/TRI apresentaram diferenças quando se avaliaram os modelos, destacando o modelo de Dhanoa et al. (1985) por obter parâmetros biológicos da cinética ruminal da fase sólida mais pertinentes com a literatura, principalmente quanto à relação TRR/TRI, por obter uma relação superior a 1,5, com estimativas da taxa de passagem confiáveis (Ellis et al., 1994).

Quando foram avaliadas as estimativas da taxa de passagem, considerando os tratamentos, não houve diferença (P>0,05), portanto o maior fornecimento de concentrado para os animais do tratamento 2 não influenciou a cinética da fase sólida da forragem.

Os valores de k<sub>1</sub> encontrados em ambos os modelos e caracterizados pelo ARC (1984), quanto ao nível de alimentação, foram próximos ao de animais alimentados em nível de manutenção. Os valores observados na Tabela 1 situam-se na faixa de valores para k<sub>1</sub> de 0,014 a 0,06/h mencionados na literatura para vacas Gir ou mestiças Holandês x Zebu em lactação sob pastejo em forrageiras tropicais (Benedetti, 1996; Soares et al., 1999; Leopoldino, 2000; Berchielli et al., 2001; Soares et al., 2001; Lopes, 2003).

Nas avaliações das estimativas da cinética da fase sólida de vacas da raça Holandesa em pastagem de Coast cross, utilizando os modelos de Grovum & Williams (1973) e Dhanoa et al. (1985), percebe-se que o modelo de Dhanoa et al. (1985) foi mais eficiente. Tal fato corrobora com Oliveira et al. (1999) e Detmann et al. (2000), que trabalharam com forragens tropicais e bovinos confinados, e com Lira et al. (2000) e Lopes et al. (2003) que trabalham com animais em pastejo.

Os valores encontrados para os parâmetros da cinética da fase líquida

(Tabela 2) de vacas da raça Holandesa em pastejo de *Cynodon* sp, não foram influenciados pelo maior fornecimento de concentrado. Benedetti (1996), trabalhando com Napier, brachiaria e colômbio, não observou diferença quanto à cinética da fase líquida entre as forrageiras analisadas e encontrou os

valores médios para o volume de líquido ruminal de 76,54 L, o tempo de reciclagem de 7,25 h, a taxa de reciclagem igual a 3,47 vezes por dia e a taxa de fluxo de 10,57 L/h, sendo esses valores superiores aos obtidos neste trabalho.

Tabela 2. Cinética da fase líquida no trato gastrointestinal de vacas da raça Holandesa em lactação, sob pastejo de Coastcross, segundo estimativas obtidas do ajuste dos dados da concentração de Cobalto –EDTA encontrados no modelo de Colluci (1984)

Trat	Taxa de passagem (%/h)	Tempo de reciclagem (h)	Taxa de reciclagem	Taxa de fluxo (L/h)	Volume (L)	R <sup>2</sup>
Um	10,72	9,75	2,57	6,71	63,8	0,94
Dois	11,82	8,53	2,78	6,8	57,25	0,96

k = taxa de passagem ou taxa ruminal de reciclagem (%/hora); TaxaRec = taxa de reciclagem (número de vezes em 24 horas); Volume total de água ruminal = "pool" de água ruminal.

Verificou-se, portanto, que os parâmetros biológicos da cinética de fluxo de partículas no trato gastrointestinal e da cinética da fase líquida não são alterados pelas diferentes quantidades do concentrado. O modelo de Dhanoa et al. (1985) foi mais eficiente na avaliação dos parâmetros relativos à taxa de passagem de vacas da raça Holandesa em pastagem do Gênero *Cynodon dactylon* cv. Coast cross.

## REFERÊNCIAS

AITCHISON, E.; GILL, M.; FRANCE, J.; DHANOA, M.S. Comparison of methods to describe the kinetics of digestion and passage of fiber in sheep. **Journal of Science Food Agricultural**, v.37, n.11, p.1065-1072, 1986. [ [Links](#) ].

ALLEN, M.S.; MERTENS, D.R. Evaluating constraint of fiber digestion by rumen microbes. **Journal of Nutrition**, v.118, p.261-270, 1988. [ [Links](#) ].

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. **The nutrient requirements of ruminant livestock**. London: CAB, 1984. 45p. [ [Links](#) ].

BENEDETTI, E. Atributos do rúmen e avaliação nutricional das gramíneas tropicais. **Veterinária Notícias**, v.2, n.1, p.87-98, 1996. [ [Links](#) ].

BERCHIELLI, T.T.; SOARES, J.P.G.; AROEIRA, L.J.M.; FURLAN, C.L.; SALMAN, A.K.D.; SILVEIRA, R.N.; MALHEIROS, E.B. Estimativa da ingestão voluntária a partir das características de degradação do capim-coast cross (*Cybidib dactylon* L. Pers.), sob pastejo, por vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1332-1339, 2001. [ [Links](#) ].

COLUCCI, P.E. **Comparative digestion and digesta kinetics in sheep and cattle.**

1984. 230f. Thesis (Doctor of Philosophy) - University of Guelph, Ontario. [ [Links](#) ].

DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T.; EUCLYDES, R.F.; VALADARES FILHO, S.C.; LANA, R.P. Estimaco da excreco fecal por intermdio de modelos matemáticos em novilhos mestios suplementados a pasto. In: REUNIO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. [ [Links](#) ].

DHANOVA, M.S.; SIDDON, R.C.; FRANCE, J.; GALE, D.L. A multicompartimental model to describe marker excretion in ruminant faeces. **British Journal of Nutrition**, v.53, n.3, p.663-671, 1985. [ [Links](#) ].

DRAPER, N.R.; SMITH, H. **Applied regression analysis.** New York: John Wiley, 1966. 407p. [ [Links](#) ].

ELLIS, W.C.; MATIS, J.H.; HILL, T.M.; MURPHY, M.R. Methodology for estimating digestion and passage Kinetics of forage. In: NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY, EVALUATION, AND UTILIZATION, 1994, Madison: American Society of Agronomy/Crop Science Society of America, 1994. p.682-756. [ [Links](#) ].

FAICHNEY, G.J. Digesta flow. In: FORBES, J.M.; FRANCE, J. **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism.** Cambridge: Commonwealth Agricultural Bureaux/Cambridge University Press, 1993. p.53-85. [ [Links](#) ].

FAICHNEY, G.J. The kinetics of particulate matter in the rumen. In: INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON RUMINANT PHYSIOLOGY, 6., 1984, Canada. **Proceedings...** Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1986. p.173-195. [ [Links](#) ].

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 marker in faeces. **British Journal of Nutrition**, v.30, n.2, p.313-329, 1973. [ [Links](#) ].

KIMURA, F.T.; MILLER, V.L. Chromic oxide measurement. Improved determination of chromic oxide in cow feed and feces. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.5, p.216, 1957. [ [Links](#) ].

LECHER-DOLL, M.; KASKE, M.; ENGELHARDT, W.V. Factors affecting the mean retention time of particles in the forestomach of ruminants of camelids. In: TSUDA, T.; SASAKI, Y.; KAWASHIMA, R. **Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants.** San Diego: Academic Press, 1991. p.455-482. [ [Links](#) ].

LEOPOLDINO, W.M. **Avaliao nutricional de pastagens consorciadas com leguminosas tropicais, dinâmica ruminal e produo de leite em vacas mestiças.** 2000. 49f. Dissertao (Mestrado)- Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. [ [Links](#) ].

LIRA, V.M.C.; PEREIRA, J.C.; CECON, P.R.; AMARAL, A.M.; MAGIEIRO, D.; SILVA, I.M. ; OLIVEIRA, E.C.

Estimativa da taxa de passagem de partículas em novilhos mestiços mantidos em pastagem de capim braquiária. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. [ [Links](#) ].

LOPES, F.C.F.; RODRIGUEZ, N.M.; AROEIRA, L.J.M.; DERESZ, F.; SAMPAIO, I.B.M.; MALDONADO-VASQUEZ, H.; VITTORI, A.

Modelagem comparativa da cinética de fluxo da fase sólida do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schumack) consumido sob pastejo por vacas mestiças Holandês x Zebu em lactação. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n.6, p.702-709, 2003. [ [Links](#) ].

LUGINBUHL, J.M.; POND, K.R.; BURNS, J.C. Whole-tract digesta kinetics and comparison of techniques for the estimation of fecal output in steers fed coastal bermudagrass hay at four levels of intake. **Journal of Animal Science**, v.72, n.1, p.201-211, 1994. [ [Links](#) ].

MERTENS, D.R.; ELY, L.O. Relationship of rate and extent of digestion to forage utilization: a dynamic model evaluation. **Journal of Animal Science**, v.54, n.4, p.895-905, 1982. [ [Links](#) ].

OLIVEIRA, R.L.; PEREIRA, J.C.; SILVA, P.R.C.; VIEIRA, R.A.M. Degradabilidade ruminal da cama de frango e do feno de capim coast-cross e avaliação de modelos matemáticos para estimativa da taxa de passagem de partículas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.4, p.905-915, 1999. [ [Links](#) ].

ORSKOV, 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. [ [Links](#) ].

SNIFFEN, C.J.; ROBINSON, P.H. Microbial growth and flow as influenced by dietary manipulation. **Journal of Dairy Science**, v.70, p.425-411, 1987. [ [Links](#) ].

SOARES, J.P.G.; AROEIRA, L.J.M.; PEREIRA, O.G.; MARTINS, C.E.; VALADARES-FILHO, S.C.; LOPES, F.C.F.; VERNEQUE, R.S. Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) sob duas doses de nitrogênio: consumo e produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.4, p.889-897, 1999. [ [Links](#) ].

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

SAS INSTITUTE. **Statistical analysis systems: user's guide**. Version 6.11, 1996. [ [Links](#) ].

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p. [ [Links](#) ].

WILLIAMS, C.H.; DAVID, D.J.; IISMA, O. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Agricultural Science**, v.59, n.3, p.381-385, 1962. [ [Links](#) ].

Data de recebimento: 03/04/2008  
Data de aprovação: 12/03/2009