

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**DESEMPENHO, PARÂMETROS RUMINAIS E TAXA
DE PASSAGEM EM VACAS DA RAÇA HOLANDESA
EM PASTAGEM DE COASTCROSS**

Autor: Marcelo Falci Mota
Orientador: Prof. Dr. Geraldo Tadeu dos Santos
Co-orientador: Dr. Duarte Vilela

Tese apresentada, como parte das exigências, para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de Concentração: Produção Animal – Nutrição de Ruminantes.

MARINGÁ
Estado do Paraná
fevereiro - 2006

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**DESEMPENHO, PARÂMETROS RUMINAIS E TAXA
DE PASSAGEM EM VACAS DA RAÇA HOLANDESA
EM PASTAGEM DE COASTCROSS**

Autor: Marcelo Falci Mota
Orientador: Prof. Dr. Geraldo Tadeu dos Santos
Co-orientador: Dr. Duarte Vilela

Tese apresentada, como parte das exigências, para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de Concentração: Produção Animal – Nutrição de Ruminantes.

MARINGÁ
Estado do Paraná
fevereiro - 2006



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**DESEMPENHO, PARÂMETROS RUMINAIS E TAXA
DE PASSAGEM EM VACAS DA RAÇA HOLANDESA
EM PASTAGEM DE COASTCROSS**

Autor: Marcelo Falci Mota
Orientador: Prof. Dr. Geraldo Tadeu dos Santos
Co-orientador: Dr. Duarte Vilela

TITULAÇÃO: Doutor em Zootecnia – Área de Concentração Produção
Animal

APROVADA em _____ de _____ de 2006.

Dr. Duarte Vilela

Prof. Dr. Ulysses Cecato

Prof. Dr. Marco Weber do Canto

Prof. Dr. Fábio Luiz Bim Cavaliere

Prof. Dr. Geraldo Tadeu dos Santos

“Não importa onde você parou...
Em que momento da vida cansou...
O que importa é que sempre é possível e necessário recomeçar.”

Carlos Drummond de Andrade

A Deus,
presença em minha vida, luz do meu caminho...

Aos meus pais,
Hélio de Oliveira Mota e Maria das Graças Batista Falci Mota, alicerce,
orgulho, família...

À minha esposa,
Adalgiza, pela dedicação, compreensão e incentivo.

Ao meu Filho,
Gabriel Pinto Neto Falci Mota, renovação da vida, amor divino, meu
companheiro...

Em especial aos meus sobrinhos,
Christiane, Maurozam Júnior, Leonardo, Gustavo e Giovana, minhas alegrias.

Às minhas irmãs e cunhados,
Heliomar e Eduardo, Heliana e Milton e Luciana e Gilberto pelo apoio e
incentivo.

À minha família “Falci” e Família “Mota”.

À dona Lourdes e a família “Pinto Neto”

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, luz do meu caminho, fonte de perseverança, apoio, ...

À Universidade Estadual de Maringá – UEM e Professores por me acolher e contribuir para minha formação profissional e de cidadão brasileiro.

À Empresa Brasileira de Pesquisa em Agropecuária - Centro Nacional de Gado de Leite EMBRAPA-CNPGL, por abrir as portas de suas estruturas e orientações para elaboração e execução dos experimentos da minha tese.

Ao Dr. Geraldo Tadeu dos Santos pela orientação, apoio, confiança e acompanhamento no curso de pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá.

Ao Dr. Duarte Vilela pela oportunidade, confiança e incentivo à elaboração e execução dos experimentos da minha tese.

Ao Dr. Fernando César Ferraz Lopes pela orientação, acompanhamento, participação da execução dos experimentos, análises dos dados e amizade.

Ao Dr. José Henrique Bruschi pelo apoio à execução dos experimentos desta tese e por acolher-me no CNPGL, pela amizade e estrutura familiar a mim concedido.

Ao Dr. Jeferson Ferreira da Fonseca pela amizade, apoio e incentivo em mais uma etapa de minha vida.

À amiga Alexandra Acco pelo carinho, pela acolhida e por fazer da sua casa, a minha casa...

À Ana Cristina Wyllie Elyas pela elaboração, execução e amizade no dia a dia dos experimentos e o convívio no CNPGL- Coronel Pacheco - Estado de Minas Gerais, Zona da Mata.

Aos estagiários do CNPGL do ano 2003, estudantes do Curso de Técnico Agrícola de Rio Pomba, em especial ao Sérgio e Eraclinton.

Aos colegas do alojamento da EMBRAPA, em especial ao Mirton Morenz e Marcílio pela companhia, diversão, amizade e apoio.

Aos funcionários do Retiro Jaguará: José Mariano da Silva Júnior, Murilo de Paula Lopes, Joaquim Sebastião da Silva, Jair Zambelli Vianello e João Batista Matioli e dos Laboratórios de Nutrição Animal e de Pastagem do CNPGL pelo manejo e dedicação aos animais e ajuda na condução dos experimentos.

Aos funcionários do Laboratório de Análise de Alimentos da Embrapa, em especial, ao Hernani Guilherme Barbosa Filho, José Roberto Ferreira e Nilva Gaudereto Martins Sangueto.

Aos Colegas da UEM, em especial aos “irmãos” Paula, Carolina e Petrônio e aos companheiros Josmar, Vagner, Lupi, Paulo Emílio, Francisco, Elir, Alcyr, Nelson, Celsão e Emily pelo agradável convívio e alegria no dia-a-dia.

Ao Prof. Ranulfo Piau Júnior, Coordenador do Curso de Medicina Veterinária da UNIPAR – Umuarama – PR., por entender as dificuldades na condução da Pós-graduação e estender o apoio necessário, na hora certa.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xiii
I - OBJETIVOS GERAIS	1
II - INTRODUÇÃO GERAL	9
III - REVISÃO DE LITERATURA	10
Literatura Citada	50
IV - Desempenho de Vacas da Raça Holandesa Manejadas em Lotação Intermitente em Pastagem de Coastcross com Diferentes Suplementação de Concentrado	64
Resumo	64
IV - Performance of Holland Cows Handled in Intermittent Lots of Forage Crops of the Coastcross With Different Supplementations of Concentrate	65
Abstract	65
Introdução	66
Material e Métodos	68
Resultados e Discussões	73
Conclusões	81
Literatura Citada	82
V - Parâmetros da Fermentação Ruminal em Vacas da Raça Holandesa Suplementadas em Pastagem de <i>Cynodon cv. Coastcross</i>	84
Resumo	84
V - Parameters of Rumen Fermentation in Holland Cows Supplemented in <i>Cynodon cv. Coastcross</i> Forage	85
Abstract	85
Introdução	86
Material e Métodos	90
Resultados e Discussões	92
Conclusão	97
Literatura Citada	97
VI - Dinâmica da fase Sólida e Líquida no Trato Gastrointestinal de Vacas da Raça Holandesa Suplementadas em Pastagem de <i>Cynodon cv. Coastcross</i>	100
Resumo	100

VI -	Dynamics of the Solid and Liquid Phases in the Gastrointestinal Tract of Holland Cows Supplemented in Cynodon cv. Coast-cross forage	101
	Abstract	101
	Introdução	102
	Material e Métodos	104
	Resultados e Discussão	109
	Conclusão	116
	Literatura Citada	116
VII -	CONCLUSÕES GERAIS	120
VIII -	ANEXO	121

LISTA DE TABELAS

	Páginas
Tabela 1. Valores médio da Temperatura média (°C), umidade relativa do ar (UR), insolação e da precipitação pluviométrica (mm ³), por um período de dez dias e mensal, durante o período experimental	68
Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição média nutricional das dietas experimentais	70
Tabela 3. Composição química de Coastcross em matéria seca (MS) de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS), obtidas em cada período experimental.	73
Tabela 4. Valores médios de consumo de matéria seca e nutrientes	74
Tabela 5. Valores médios de peso vivo e escore da condição corporal durante os períodos experimentais.....	75
Tabela 6. Valores médios de produção, composição do leite e eficiência alimentar	76
Tabela 1. Efeito dos tratamentos sobre os parâmetros ruminais. Valores médios encontrados de pH, N- NH ₃ e AGV nos tempos de coleta	92
Tabela 1. Parâmetros biológicos da cinética de fluxo de partículas no trato gastrointestinal de vacas Holandesas em lactação, sob pastejo de Coastcross e suplementadas, segundo estimativas obtidas do ajuste dos dados de excreção fecal de cromo encontrados nos modelos de Dhanoa et al. (1985) e Grovum e Willians (1973) e para o SU1 e SU2	114
Tabela 2. Cinética da fase líquida no trato gastrointestinal de vacas da raça Holandesa em lactação, sob pastejo de Coastcross e suplementadas, segundo estimativas obtidas do ajuste dos dados da concentração de Co-EDTA encontrados no modelo de Colluci (1985)	115

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1. Valores de pH encontrados no líquido ruminal de vacas leiteiras submetidas a pastejo de Coastcross e suplementação de três quilos de concentrado por dia (SU1) ou seis quilos por dia (SU2), sendo o fornecimento dividido em duas vezes ao dia	93
Figura 2. Valores de N-NH ₃ encontrados no líquido ruminal de vacas leiteiras submetidas a pastejo de Coastcross e suplementação de três quilos de concentrado por dia (SU1) e seis quilos por dia (SU2)	95
Figura 3. Valores de ácidos graxos voláteis totais (AGVt) do líquido ruminal de vacas leiteiras submetidas a pastejo de Coastcross e suplementação de três quilos de concentrado por dia (SU1) e seis quilos (SU2)	96
Figura 1. Comportamento da excreção fecal de cromo (observado) e dos modelos avaliados da Vaca 1, com suplementação de 6 kg de concentrado e no período experimental 3	109
Figura 2. Comportamento da excreção fecal de cromo (observado) e dos modelos avaliados da vaca 1, com suplementação de 3 kg de concentrado no período experimental 2	110
Figura 3. Comportamento da excreção fecal de cromo (observado) e dos modelos avaliados da Vaca 2, com suplementação de 3 kg de concentrado e no período experimental 3	111
Figura 4. Comportamento da excreção fecal de cromo (observado) e dos modelos avaliados da vaca 3, com suplementação de 6 kg de concentrado no período experimental 1	111
Figura 5. Comportamento dos desvios padronizados dos modelos de Grovum & Willians (1973) representada por (♦ azul) e Dhanoa et al. 1985 por (• vermelha)	113

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos das diferentes quantidades de suplementação, três (SU1) e seis (SU2) kg de concentrado, com alto teor de gordura (soja integral tostada), e seu efeito sobre o desempenho animal, sua influência no comportamento do pH, nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e ácidos graxos voláteis (AGV) do rúmen e sobre a dinâmica da fase sólida e líquida em vacas da raça Holandesa em lactação, manejadas em pastagem de Coastcross fertilizada. Para determinação dos parâmetros biológicos da cinética de fluxo de partículas no trato gastrintestinal, utilizaram-se os modelos de Grovum & Willians (1973) e Dhanoa et al., (1985), averiguando 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 experimentais. O Coastcross manejado, em pastejo intermitente no período de verão, com lotação de cinco unidade animal (UA)/ha, apresentou em média 11,7% de proteína bruta (PB); 70,2% de fibra em detergente neutro (FDN); 35,2% de FDA e 63,7% de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS). A diferente quantidade de suplementação proporcionou uma ingestão da dieta em média de 13,4 e 14,6 kg de MS, apresentando percentagens de nutrientes na MS da dieta de 13,6% e 15,2% de proteína bruta (PB), 2,6% e 3,2% de estrato etéreo (EE) e FDN de 64,0% e 59,0%, respectivamente. A maior ingestão de matéria seca (MS) e nutrientes da dieta, destacando de lipídeos insaturados proveniente da soja integral tostada, por vacas da raça Holandesa em pastejo de Coastcross no verão, não afetou ($P>0,05$) a eficiência alimentar, a produção de leite, teores de proteína, gordura, lactose e sólidos totais do leite. O escore da condição corporal (ECC) e a contagem de células somáticas (CCS) aumentaram ($P<0,05$) com a maior suplementação de concentrado (SU2). O aumento do concentrado, na dieta e seu fornecimento duas vezes ao dia com intervalos de oito

horas, influenciou o pH ruminal, mas mantiveram valores que não comprometessem a atividade celulolítica dos microrganismos ruminais. Os valores de N-NH₃ e AGV totais do líquido ruminal não sofreram alterações com as diferentes suplementações. Os parâmetros biológicos da cinética de fluxo de partículas no trato gastrintestinal não foram alterados pelas diferentes quantidades do suplemento. O modelo de Dhanoa et al., (1985) foi mais eficiente na determinação dos parâmetros relativos à taxa de passagem de vacas da raça Holandesa em pastagem de Coastcross e suplementadas. Os parâmetros avaliados na cinética da fase líquida não foram influenciados pela maior ingestão de concentrado.

Palavras-chave: cinética ruminal, Coastcross, parâmetros ruminais, produção animal, produção de leite a pasto, suplementação

ABSTRACT

This work had the purpose of evaluating the effects of different amounts of supplementation, three (SU1) and six (SU2) kg of high-fat concentrate (toasted whole soy) and its effect on the animals' performance, aiming at evaluating its influence on pH behavior, ammonia nitrogen (N-NH₃) and volatile fatty acids (AGV) of the rumen and on the dynamics of the solid and liquid phases in lactating Holland cows handled in fertilized Coastcross forage. For the determination of the biological parameters of the flux kinetics of particles in the gastrointestinal tract, it was used the models of Grovum & Willians (1973) and Dhanoa et al. (1985), 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 Coast-cross handled in intermittent foraging during summer, with lots of five animal units (UA)/ha had on average 11.7% raw protein (PB), 70.2% fiber in neutral detergent (FDN), 35.2% fibra em detergente ácido (FDA) and 63.8% of digestibility "in vitro" of dry matter (DIVMS). The different amounts of supplementation provided a mean dietary ingestion of 13.6% and 14.6% of dry matter (MS), having nutrient percentages in the MS of the diet of 13.6% and 15.2% PB, 2.6% and 3.2 etheral extract (EE) and FDN of 64.0% and 59.0%, respectively. Did not affect ($P>0.05$) alimentary efficiency, milk production, fat, lactose and total solids of the milk. The score of body condition (ECC) and the counting of somatic cells (CCS) increased ($P<0.05$) with the greater concentrate supplementation (SU2). The increase of the concentrate in the diet and its supply twice a day at eight-hour intervals influenced the rumen pH, but kept values that did not compromise the cellulose-digesting activity of the rumen microorganisms, as cited in the literature. The values of N-NH₃ and total AGV of the rumen fluid did not change with the different supplementations. The biological parameters of the flux

kinetics of particles in the gastrointestinal tract were not altered by the different amounts of supplementation. The model of Dhanoa et al. (1985) was more effective in the determination of the parameters related to the rate of flux of the Holland cows in Coastcross forage and supplemented. The evaluated parameters for the liquid-phase kinetics were not influenced by the greater ingestion of concentrate.

Keywords: rumen kinetics, Coastcross, rumen parameters, animal production, grass dairy production, supplementation

I - OBJETIVOS GERAIS

Este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos das diferentes quantidades de suplementação, três (SU1) e seis (SU2) kg de concentrado, com alto teor de gordura (soja integral tostada), e seu efeito sobre o desempenho animal, sua influência no comportamento do pH, nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e ácidos graxos voláteis (AGV) do rúmen e sobre a dinâmica da fase sólida e líquida em vacas da raça Holandesa em lactação, manejadas em pastagem de Coastcross fertilizada.

Para determinação dos parâmetros biológicos da cinética de fluxo de partículas no trato gastrintestinal, utilizaram-se os modelos de Grovum & Willians (1973) e Dhanoa et al., (1985), averiguando 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 experimentais.

II – INTRODUÇÃO GERAL

A bovinocultura de leite no Brasil é desenvolvida quase que em todo o território. Estimativas recentes mostram que são ordenhadas aproximadamente 17,8 milhões de vacas destinadas à produção de leite. A produção de leite anual estimada para o ano de 2004 foi de 23,320 bilhões de litros, sendo o sexto maior produtor mundial e atualmente é responsável por quase 5% do total do leite produzido no Mundo (FAO, 2005). O valor bruto desta produção atingiu o montante de R\$ 9.353,8 bilhões, que ocupa o sexto lugar dentre os demais produtos agropecuários no cenário nacional (CNA, 2003). A produção nacional tem crescido a uma taxa média anual de 3,62%, tal fato é devido em parte à adoção de novas e mais eficientes tecnologias (Vilela et al., 2002).

Em diversos países, a atividade leiteira é baseada em animais criados praticamente em regime exclusivo de pastejo. Isso ocorre principalmente nos países que apresentam regiões em que as condições climáticas permitem extenso período de crescimento das pastagens, que proporcionam quantidade de forragem disponível, durante parcela considerável do ano. Todavia, mesmo nessas circunstâncias, é conveniente, e por vezes necessário, o uso de suplementos de maneira a manter as vacas de alta produção com elevados rendimentos de leite.

Sistemas de produção de leite que utilizam pastagens intensivamente adubadas e manejadas apresentam custos relativamente mais baixos. Clark & Kanneganti (1998) e

Peyraud & Delaby (2001) mencionam que pastagens de gramíneas forrageiras estão dentre as fontes de alimento mais econômicas e de menor custo para animais voltados à produção de leite. Os eficientes sistemas de produção baseados em pastagens são caracterizados por altos rendimentos de leite por unidade de área. Contrariamente, os sistemas de produção de vacas confinadas são caracterizados por alto desempenho (rendimento de leite individual) por animal (Clark & Kanneganti, 1998). Os sistemas de produção de leite que, mantêm as vacas que utilizam pastagens em grande parte do ano, exigem menor investimento inicial de capital e ainda exercem menor impacto negativo sobre o meio ambiente se comparados aos sistemas de produção com animais confinados. Conseqüentemente, os sistemas de produção de leite a pasto para a maioria das situações apresentam melhor margem bruta (Hoffman et al., 1993; Vilela et al., 1996) e também melhor lucratividade (Comeron & Schilder, 1998).

No Brasil, parcela superior a 80% do território nacional está localizada na porção com clima tropical. Isso confere para as condições do país inquestionável aptidão para a produção de leite em sistemas que são baseados quase que exclusivamente em pastagens. As espécies de gramíneas, nas áreas com pastagens no país, são predominantemente do tipo C₄. Essas forrageiras apresentam como características: elevado rendimento de forragem, alta eficiência fotossintética e de uso da água, quando adequadamente adubadas e manejadas. As forrageiras do gênero *Cynodon* por igual apresentam elevado rendimento de matéria seca, bom valor nutritivo, boas taxas de lotação e rendimento de leite por hectare (Vilela & Alvin, 1996).

O consumo do pasto selecionado pelos ruminantes é influenciado pela taxa em que é degradado no rúmen e pela taxa de remoção dos resíduos não digeridos do rúmen-retículo (Faichney, 1986). Quando os animais são alimentados com forragens de baixo

valor nutritivo, menor taxa de passagem das partículas do rúmen é verificada, o que acarreta em redução no consumo de matéria seca (Van Soest, 1994).

O monitoramento do escore da condição corporal (ECC) é uma prática subjetiva e visa avaliar a reserva energética corporal de vacas leiteiras. Essa avaliação inclui observação visual e palpções de áreas específicas do corpo da vaca, principalmente o posterior e o flanco do animal, em que são avaliados os tecidos adiposo e muscular (Edmonson et al., 1989).

A condição corporal da vaca leiteira influencia o rendimento de leite, o comportamento reprodutivo e a saúde, bem como a longevidade dos animais. Sabe-se que vacas excessivamente gordas são mais susceptíveis a problemas metabólicos, a infecções e a problemas de partos (distocia) e isto pode refletir em redução da produção de leite (Garnsworthy, 1988; Gearhart et al., 1990; Ruegg et al., 1992; Fergusson et al., 1994).

Vacas magras freqüentemente apresentam baixa produção de leite e concentração de gordura no leite devido à reduzida reserva de energia e proteína (Fergusson et al., 1994). Na fase inicial da lactação, a severidade do balanço negativo pode influenciar o desempenho reprodutivo e em especial a taxa de concepção. Assim, o ECC se constitui em excelente ferramenta para o manejo reprodutivo de animais destinados a produções de leite (Edmonson et al., 1989; Nebel & McGilliard, 1993).

O leite é produto da secreção da glândula mamária da vaca e é composto por gordura, proteínas, carboidratos, minerais e vitaminas, além da água. Apresenta elevada importância (fluida ou processada) para a alimentação humana, sendo considerado produto de alto valor biológico devido à sua equilibrada composição de nutrientes e à sua digestibilidade.

As indústrias que beneficiam ou comercializam o leite, no Brasil, atribuem como parâmetros para a remuneração do produtor a quantidade, o teor de gordura e a qualidade do leite. Já, em países como a Holanda, a Dinamarca, a Polônia e a Suíça, desde a década de 80, maior ênfase tem sido dada para a proteína e esta tem sido usada como forma para o pagamento do leite. O teor de proteína e a qualidade do leite são importantes, principalmente, para os fabricantes de queijos porque estes são fatores determinantes da qualidade e do rendimento do produto. Assim, é importante conhecer os componentes do leite e os fatores que podem influenciar a qualidade dos seus subprodutos.

Os componentes do leite de vacas leiteiras podem ser alterados por fatores genéticos e de manejo utilizado nas fazendas (fator não-genético). Antes de serem realizadas as análises genéticas dos componentes e a contagem de células do leite, é conveniente que se conheça a influência e a importância de fatores não-genéticos sobre essas características. Entre os fatores não-genéticos, podem-se incluir a idade ao parto, o estágio de lactação, o mês do parto, as doenças, a alimentação, a gestação e o clima, assim como os procedimentos durante a ordenha dos animais e na manipulação das amostras de leite no laboratório. As atuações desses fatores podem ser aleatórias ou sistemáticas, podendo ocorrer interação destes ou mesmo apresentar efeito insignificante. Os principais fatores parecem afetar de modo semelhante os teores de gordura e proteína. (Teixeira et al., 2003).

A suplementação de vacas em pastejo tem como principal objetivo o aumento da ingestão de matéria seca total (IMS) e de energia se comparada com vacas mantidas em dietas exclusivas de pasto (Stockdale, 2000; Peyraud & Delaby, 2001; Bargo et al., 2003). Segundo Kellaway & Porta (1993), os principais objetivos da suplementação são: 1 - aumento da produção por vaca; 2 - aumento da taxa de suporte e produção de

leite por unidade de área; 3 - manutenção ou melhoria da condição corporal e do índice reprodutivo de rebanhos leiteiros; 4 - aumento do período de lactação das vacas e do tempo de pastejo e 5 - aumento da proteína do leite quando a suplementação é mais energética.

Normalmente, os lipídeos são nutrientes utilizados na dieta para aumentar a densidade energética. Entrementes, à suplementação com lipídeos mostra também outros benefícios, como o aumento da absorção de nutrientes lipossolúveis e efeitos positivos na saúde dos animais.

O aumento do consumo de energia pelo uso de lipídeos é importante na fase inicial da lactação em que o consumo de alimentos é reduzido. Isso pode evitar ou amenizar a perda de massa corporal, o balanço energético negativo, e conseqüentemente a redução da produção total de leite na lactação e a baixa eficiência reprodutiva (Butler & Canfield, 1989).

A suplementação de proteínas para vacas lactantes é área de interesse, com ênfase às fontes protéicas, teor de proteína bruta na dieta, degradabilidade ruminal e mais recentemente ao balanço de aminoácidos essenciais nos suplementos protéicos e fontes de proteínas endógenas. Esta última abrange a proteína de células mortas e das secreções no trato digestivo (NRC, 2001).

Os carboidratos são as principais fontes de energia presentes nos alimentos utilizados em dietas de vacas leiteiras. Os carboidratos, normalmente, compreendem por volta de 60 a 70% do total da dieta. A principal função dos carboidratos é fornecer energia aos microrganismos do rúmen e ao animal. Os carboidratos, ainda, desempenham outro importante papel, pois, conforme o tipo de carboidrato pode ocorrer interferências na saúde do trato gastrintestinal dos animais.

Para atender às exigências de energia em vacas leiteiras, tem sido de grande interesse a utilização de carboidratos estruturais (CE) e não-estruturais (CNE), respeitando a fisiologia do aparelho digestório e seu baixo custo de produção que visam fonte de energia para os microrganismos do rúmen e/ou para ser digerida no intestino. Isso tem conduzido ao balanceamento de dietas baseadas na relação forragem/concentrado, com a finalidade de balancear CE e CNE. O objetivo deste balanceamento é propiciar a combinação de fontes de alimentos que resultarão num contínuo suprimento de carboidratos fermentáveis após a ingestão (Reis & Antunes, 1999).

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 o pH, o teor de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) e os ácidos graxos voláteis (AGVs) proporcionam o acompanhamento nutricional da dieta e da sua fermentação.

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

A concentração de amônia no rúmen é função do equilíbrio entre as taxas de produção e absorção (Broderick et al., 1991). Os ruminantes reciclam o nitrogênio no

rúmen na forma de uréia via saliva. Essa reciclagem assume grande importância para a manutenção das quantidades mínimas de nitrogênio ruminal para que se observem ao menos os níveis mínimos de produtividades sob baixos planos nutricionais.

Os ácidos graxos voláteis (AGVs), 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 uma 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 AGVs suprem cerca de 50-85% da energia metabolizável usada pelos ruminantes. A capacidade de absorção de AGVs é cerca de nove vezes a exigência de manutenção de vacas em lactação, por conseguinte, a absorção não é o fator limitante no metabolismo.

O conhecimento do consumo de alimentos é fundamental para a nutrição animal, já que determina a quantidade de nutrientes ingeridos e conseqüentemente a resposta animal. Portanto, a estimativa do consumo de vacas de leite a pasto é fundamental para melhorar a precisão da formulação de dietas e a previsão de produção a serem alcançadas, já que a ingestão de matéria seca constitui um dos principais fatores limitantes da produção de leite, especialmente com forrageiras tropicais. Têm-se utilizado vários métodos para a estimativa de consumo, e dentre eles os metais de terras raras como o itérbio, disprósio, érbium ou o cromo mordente (Aroeira, 1997). Esses indicadores inertes são fornecidos em dose única aos animais, seguida de freqüentes coletas de fezes para se caracterizar a curva de excreção fecal e também fornecer estimativas de taxa de passagem, do tempo médio de retenção e de enchimento (Pond et al., 1988).

Os ruminantes adultos possuem população microbiana altamente complexa, sendo composta de bactérias, de fungos e de protozoários, distribuída entre as fases sólida e líquida do conteúdo ruminal, formando segundo Czerkawski (1986), compartimentos com suas respectivas populações interagidas bioquimicamente. A fermentação ruminal é o resultado de atividades fisiológicas e microbiológicas que convertem os componentes dietéticos em produtos proveitosos para os ruminantes. A avaliação dos parâmetros ruminais, como os ácidos graxos voláteis (AGVs), o teor de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e o pH proporcionam o acompanhamento nutricional da dieta e sua fermentação. 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 não só em estudos de digestibilidade, como também em estudos de balanço hídrico, de determinação do volume ruminal e da taxa de passagem da fase líquida.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a produção e composição química do leite, condição de escore corporal, a variação do peso vivo, parâmetros ruminais da fermentação da dieta como o pH, nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e ácidos graxos voláteis (AGVs), estimar a taxa de passagem da fase sólida e líquida do rúmen de vacas da raça Holandesa em lactação manejadas em pastejo com lotação intermitente em pastagens de *Cynodon dactylon L. Pers.* cv. Coastcross. As vacas foram suplementadas com concentrado, diferenciando, entre os tratamentos, o fornecimento de três e seis quilos por animal/dia. Para determinação da taxa de passagem da fase sólida e do tempo de retenção de sólidos no rúmen e nos intestinos, foram avaliados dois modelos matemáticos proposto por Grovum & Willians (1973) e Dhanoa et al. (1985).

III – REVISÃO DE LITERATURA

A planta forrageira (gênero *Cynodon*)

As forrageiras freqüentemente são as principais fontes de nutrientes (energia, proteína, minerais e vitaminas) para os ruminantes dos países em desenvolvimento. Em muitos dos sistemas de produção de bovinos de leite mantidos nas condições do Brasil, as forragens das pastagens são o único alimento fornecido aos animais, utilizadas sob pastejo, fornecidas verdes e trituradas ou como silagens e fenos. Para assegurar a persistência e a produtividade da pastagem é necessário o uso de técnicas de manejo e utilização de pastagens baseadas em conhecimentos e tecnologias geradas pela pesquisa para os mais diferentes sistemas de pastejo.

O gênero *Cynodon* é conhecido há muito tempo pelo caráter colonizador da espécie *Cynodon dactylon* (L.) Pers. É uma gramínea forrageira tida como invasora e cosmopolita, é encontrada nas regiões tropicais, subtropicais e temperadas (Burton, 1951). A origem do gênero *Cynodon* é atribuída por muitos autores como a África.

Com a variedade Coastal, em 1943, verificou-se o alto potencial de rendimento de matéria seca (MS). Burton et al. (1967) citado por Maraschin (1996) desenvolveram a cultivar “Coast-cross-1” que apresentou valores de digestibilidade da forragem 11 a 12% superior aos da cultivar Coastal. As pesquisas com cultivares de *Cynodon* originaram-se na Universidade da Geórgia e na Universidade da Flórida, localizadas nos Estados Unidos. Com o programa de melhoramento genético de plantas forrageiras, foi evidenciado o potencial de rendimento de forragem do gênero (Vilela & Alvim, 1996).

No Brasil, não existem registros da introdução do gênero *Cynodon*, mesmo para os mais tradicionais e utilizadas cultivares do gênero *Cynodon* não são encontrados relatos de suas introduções nas diferentes regiões do Brasil. Acredita-se que as cultivares desse gênero de forrageira tropical tenham sido trazidos por iniciativa de fazendeiros em decorrência da curiosidade de experimentar novas plantas forrageiras em condições brasileiras.

A Coastcross, *Cynodon dactylon* (L.) Pers. c.v. Coastcross-1 é uma forrageira resultante de duas variedades de *C. dactylon*, cv. Coastal é uma introdução de bermuda de alta digestibilidade, pouco tolerante ao frio e proveniente do Quênia. É um híbrido e responde às altas adubações nitrogenadas com elevados rendimentos de forragem.

A cultivar Coastcross é perene, de hábito rasteiro, rizomatosa e estolonífera, com estolões longos e delgados, glabros e rizomas escamados. Possui inflorescência pequena constituída por agrupamentos de três a cinco espigas digitadas. É uma planta de porte médio, que forma gramados fechados e densos com abundantes estolhos (Mitidieri, 1992). Não cobre rapidamente o solo, o que a deixa susceptível à invasão por outras espécies ou mesmo por bermuda comum, perfilha abundantemente, possui colmos finos e boa relação folha/colmo (Vilela & Alvim, 1998). É uma planta forrageira de alta qualidade e boa tolerância às temperaturas baixas se comparadas às linhagens de bermudas comuns.

Na América Central, as gramíneas do gênero *Cynodon*, especificamente as do grupo das Estrelas (*Cynodon nlemfuensis* e *Cynodon plectoschylus*) e o Coastcross (*Cynodon dactylon*) são muito utilizadas como pastagens permanentes. Em Cuba, essas pastagens adubadas com 250 kg N/ha apresentaram capacidade de suporte de 2,7 vacas/ha. Com a aplicação de 400 kg/ha de N, a capacidade de suporte observada foi de 3,7 vacas/ha (Garcia Trujillo, 1983. citado por Vilela e Alvim, 1996).

Chopping et al. (1976 citados por Cowan, 1995) verificaram rendimento de leite superior a 19.000 kg/ha/ano em pastagens de *C. dactylon*. Nesse estudo de pastejo, a taxa de lotação verificada foi de 7,9 vacas/ha. A produção de leite por vaca, contudo, não ultrapassou os nove litros por dia. Os autores citam que a alta produção de forragem das pastagens tropicais permite que sejam mantidas taxas de lotação elevadas. Entretanto, eles ressaltaram que o alto conteúdo de parede celular e a baixa digestibilidade da forragem disponível na pastagem limita o rendimento de leite individual das vacas em sete a 12 kg/dia.

Vilela et al. (1996; 1997), Alvim et al. (1997) e Vilela & Alvim (1998) trabalharam com vacas da raça Holandesa mantidas em pastagens durante todo o ano e em condições em que não houve restrições na disponibilidade e qualidade da forragem (5 t de MS/ha, 16 a 19% de proteína bruta e 65 a 68% de digestibilidade). Nesses experimentos foram observadas produtividades por área e por animal, respectivamente, de 100 kg/ha e 20 kg/vaca/dia.

Os resultados de rendimentos de leite em pastagens de *Cynodon* indicam o alto potencial da espécie. Isso pode ser observado quando as tecnologias disponíveis são empregadas de maneira estratégica e adequadas ao contexto do sistema de produção. Dentre estas, pode ser citada a utilização da adubação de nitrogênio, de irrigações e da suplementação dos animais mantidos sob pastejo. Entretanto, os estudos em que essas práticas foram utilizadas nas condições do Brasil ainda são escassos. Comparativamente às espécies de gramíneas temperadas, o principal aspecto relativo ao potencial produtivo do gênero *Cynodon* reside na possibilidade de se usar taxas de lotação altas (chegando a 10-12 UA/ha) e isto é o que determina o aumento da produtividade. No entanto, há a necessidade de mais pesquisas que demonstrem resultados de produção de leite em pastagens de *Cynodon* quando submetidas a diferentes manejos.

Escore de condição corporal

O escore da condição corporal (ECC) de vaca leiteira trata-se de uma prática subjetiva e natural de avaliação da reserva energética corporal. Esta avaliação inclui observação visual e palpções de áreas específicas, principalmente o membro posterior e o flanco, com a finalidade de avaliar os tecidos adiposo e muscular (Edmonson et al., 1989).

O ECC varia em função do modelo adotado. Wildman et al. (1982) preconizaram escala de um (extremamente magra) a cinco (muito gorda), com intervalo de 0,25 pontos para aferir o ECC. Pode-se utilizar ainda de uma subescala-escala de 0,5 pontos. O monitoramento do ECC deve ser realizado sempre pelo mesmo indivíduo uma vez que os valores atribuídos são subjetivos (Lago et al., 2001).

A determinação do ECC é recomendada no momento da secagem, ao parto, no pico de lactação e no momento da cobertura (Fergusson, 1994). Os valores recomendados são de 3,0 a 4,0, desde a secagem ao parto, de 2,5 a 3,0 até o segundo mês de lactação e de 2,5 a 3,5 pontos, após o terceiro mês de lactação (Wildman et al., 1982).

A condição corporal da vaca influencia a produtividade, a reprodução, a saúde e a longevidade dos animais. Exemplificando: vacas muito gordas são mais susceptíveis a problemas metabólicos, infecções e partos distócicos, o que reflete na produção de leite (Garnsworthy, 1988; Gearhart et al., 1990; Ruegg et al., 1992; Fergusson et al., 1994).

Vacas muito magras, freqüentemente, apresentam menor produção e concentração de gordura no leite, devido à pequena reserva de energia e proteína (Fergusson et al., 1994). A severidade do balanço energético negativo, no início da lactação, pode

influenciar o desempenho reprodutivo, em especial, a concepção. Portanto, o ECC pode consistir numa excelente ferramenta para o manejo reprodutivo (Edmonson et al., 1989; Nebel & McGilliard, 1993).

A mensuração do ECC de vacas leiteiras, durante o ciclo de lactação e seco, é uma ferramenta subjetiva que pode ser utilizada para avaliação da reserva energética corporal de animais voltados para a produção de animal. A avaliação da condição corporal das vacas fornece parâmetros para a verificação do manejo nutricional adotado.

Composição do leite

O leite é produto da secreção da glândula mamária composta por gordura, proteína, carboidratos, minerais e vitaminas, além de água. Possui elevada importância (fluida ou processada) na alimentação humana, sendo considerado produto de alto valor biológico, devido à sua equilibrada composição em nutrientes e digestibilidade.

Algumas indústrias que beneficiam ou comercializam o leite, no Brasil, atribuem como parâmetros para pagamento ao produtor a quantidade, teor de gordura e qualidade do leite. Já, em alguns países como a Holanda, a Dinamarca, a Polônia e a Suíça, desde a década de 80, a maior ênfase tem sido dada para a proteína, usada como forma de pagamento do leite. O teor de proteína e a qualidade do leite são importantes, principalmente, para fabricantes de queijos, por serem fatores determinantes da qualidade e do rendimento do produto. Desta forma, é importante conhecer os componentes do leite e os fatores que podem influenciá-los.

Os componentes do leite podem ser alterados pelos fatores genéticos e não-genético. Antes de realizarem análises genéticas dos componentes e contagem de

células do leite, é conveniente que se conheçam a influência e a importância de fatores não-genéticos sobre essas características para se obter estimativas de parâmetros e valores genéticos. Entre os não-genéticos, incluem-se a idade ao parto, o estágio de lactação, o mês de parto, as doenças, a alimentação, a gestação, o clima e os procedimentos na ordenha e no laboratório. As atuações desses fatores podem ser aleatórias ou sistemáticas, podem interagir ou mesmo apresentar efeito insignificante. Os principais fatores parecem afetar de modo semelhante os teores de gordura e proteína. (Teixeira et al., 2003).

Harmon (1994), em trabalho de revisão, argumentou que o principal fator que influencia a contagem de célula somática (CCS) é o grau de infecção da glândula mamária. Na ausência de infecção, a CCS pouco muda com os fatores de meio ambiente. Porém, a incidência de mastite e os efeitos associados sobre a CCS podem corresponder a diferenças sistemáticas do meio ambiente.

A alimentação é um fator que influencia a composição do leite. A análise dos componentes do leite é importante ferramenta na avaliação nutricional da dieta, podendo revelar informações sobre a eficiência de utilização dos nutrientes e sobre a saúde animal. São dados que auxiliam no melhor balanceamento da dieta, que resulta em melhor desempenho ou redução de custos.

Dentre os componentes do leite, a gordura é aquela mais facilmente influenciada pela nutrição. Enquanto a proteína, em casos extremos, pode variar cerca de 0,4 unidade percentuais, a gordura pode variar somente entre dois e três unidades percentuais. Convém ainda lembrar do teor de lactose, cuja média americana é de 4,75%, sendo muito difícil de ser alterado e dos minerais, que variam em torno de 0,7% (Carvalho, 2000). Pela avaliação do teor de gordura, por exemplo, é possível especular sobre a ocorrência de cetose no início da lactação, acidose ruminal, insuficiência de fibra,

severidade do estresse térmico e ainda avaliar o manejo da alimentação, entre outros aspectos (Carvalho, 2000).

A gordura do leite de ruminantes é formada, na sua maior parte, por triglicerídeos (97-98%) que são compostos por três ácidos graxos ligados covalentemente a uma molécula de glicerol por pontes éster, e pequenas quantidades de esteróis, ácidos graxos livres e fosfolipídeos. Os triglicerídeos são sintetizados nas células epiteliais mamárias, e os ácidos graxos, usados para sua síntese, são obtidos pré-formados da dieta ou da mobilização das reservas corporais (ácidos graxos não-esterificados - AGNE e lipoproteína de muito baixa densidade – VLDL), essa fonte fornece os ácidos graxos de cadeia longa e cerca de 40% do ácido palmítico. A partir de acetato e 3-hidroxi-butarato, originam-se os ácidos graxos de cadeia média e curta que são sintetizados na própria glândula mamária. Os ácidos graxos de cadeia ímpar e ramificada originam-se da população microbiana do rúmen e também chegam pré-formados na glândula mamária (Dado et al., 1993; Palmquist et al., 1993; Kennely, 1996; Chilliard et al., 2000).

A suplementação com gordura pode não somente influenciar a produção de leite, como também mudar sua composição. A porcentagem de gordura do leite não é frequentemente modificada ou melhorada, quando fontes de gordura mais inertes no rúmen são fornecidas, tais como sebo hidrogenado e sais de cálcio de óleo de palma. O fornecimento de gorduras insaturadas suplementares aumenta a probabilidade de depressão da gordura do leite (Pantoja et al., 1994). Isto pode ser devido ao impacto negativo que gorduras insaturadas podem ter na digestão da fibra no rúmen e a maior produção de ácidos graxos trans (18:1) no rúmen devido à incompleta biohidrogenação de ácidos graxos insaturados. Ácidos graxos trans, especialmente a forma trans-10, têm sido sugeridos como agente causador da depressão da gordura do leite (Grinari et al., 1998).

O aumento do concentrado eleva a produção de ácidos, concorrendo para a redução do pH ruminal. O pH ruminal menor que 6,0, a degradação de fibra é bastante prejudicada e diminui a produção de ácido acético em contraposição ao ácido propiônico que aumenta, sendo o ácido acético o principal precursor da gordura do leite, que explica a relação (Carvalho, 2000).

O tipo de alimento, a quantidade de concentrados e o grau de processamento afetam a suscetibilidade à acidose. Sendo assim, grãos de sorgo são menos problemáticos do que grãos de cevada, por exemplo: quanto mais moído o cereal maior o risco de acidose. Além do teor de concentrados, a gordura do leite é afetada pela porcentagem de fibra efetiva que é aquela que estimula a ruminação e, com isso, a produção de saliva, geralmente, relaciona-se ao tamanho de partícula. O processamento excessivo de silagens e fenos (peletização, moagem) reduz o teor de fibra efetiva (Carvalho, 2000).

A proteína do leite é sintetizada na glândula mamária a partir de compostos presentes no sangue, tendo como principais precursores os aminoácidos. Algumas proteínas, como as lipoproteínas, imunoglobulinas e albuminas séricas podem passar diretamente do sangue para a glândula mamária. As proteínas predominantes são a caseína, alfa-lactalbumina, beta-lactoglobulina e imunoglobulinas que representam mais de 90% da proteína total do leite, sendo a caseína (com seus diversos tipos α , β , γ e K) um dos determinantes do rendimento industrial na produção de queijo e responsável aproximadamente por 85% da proteína do leite. A caseína encontra-se em forma de grânulos insolúveis, denominados micelas (González, 2001; Tronco, 2003).

Aproximadamente, 94 a 95% do nitrogênio total do leite somos compostos por nitrogênio protéico, o nitrogênio não-protéico (NNP) responde pelo restante. Do NNP, 30 a 50% são compostos por uréia, o restante por creatina, ácido úrico, aminoácidos e

amônia. O teor de nitrogênio uréico no leite é influenciado pela ingestão de proteína bruta da dieta, pela fração da proteína degradável no rúmen (PDR) e da proteína não-degradável no rúmen (PNDR), além da relação destas com a ingestão de energia. Quando a ingestão de carboidratos fermentescíveis no rúmen é ideal, os microrganismos captam a PDR mais eficientemente, transformando a amônia ruminal em proteína microbiana. A percentagem de N uréico, no leite, tem sido usada em bovinos leiteiros, como parâmetro para se avaliar o sincronismo de utilização de nitrogênio e carboidratos no rúmen. A concentração de N uréico no leite, referenciada como ideal em bovinos, situa-se entre 10 e 16 mg/dL (Roseter et al., 1993; Jonker et al., 1998; Bovera et al., 2001; González, 2001).

O potencial de alteração, no teor de proteína verdadeira do leite, através da nutrição, é modesto, que gira em torno de 0,1 a 0,2 unidades percentuais. A vantagem é que à medida que aumenta o teor de proteína do leite, geralmente, também aumenta a produção de leite, o que já não ocorre com a gordura.

Além destes compostos, o leite possui lactose, seu principal açúcar. A lactose é um dissacarídeo composto por D-glicose e D-galactose, unidos através de ligações glicosídicas β 1,4; encontrada no leite, embora tenha sido determinada em algumas frutas (González, 2001; Tronco, 2003). A formação de uma molécula de lactose requer duas moléculas de glicose originadas do plasma sangüíneo e através da gliconeogênese no fígado (em ruminantes, a glicose é obtida a partir do propionato e de aminoácidos glicogênicos como a alanina, asparagina, metionina, entre outros). Uma dessas moléculas de glicose, após alguns eventos na célula (citosol), transforma-se em UDP-galactose que é transportada ativamente para o interior do aparelho de Golgi, sendo então liberada para a síntese de lactose: a segunda molécula de glicose é transportada para o interior do aparelho de Golgi pelo transportador de glicose (GLUT 1). No

aparelho de Golgi, a molécula de galactose e glicose é unida pela ação da enzima lactose sintetase que formam a molécula de lactose (Vargas, 1996; Hurley, 2003).

Depois de sintetizada, a lactose não sofre hidrólise, como não se difunde para o exterior do complexo de Golgi ou da vesícula secretora (invólucro utilizado pela célula para secretar lactose para o lúmen alveolar) e como as membranas celulares são semipermeáveis (apenas a água se move livremente através destas), no processo de síntese de leite, a lactose atrai água para o interior das células para balancear a pressão osmótica da vesícula secretora. Em função disso, é o componente do leite que menos varia e que determina o volume do leite produzido (Vargas, 1996; Hurley, 2003).

A mastite (clínica e subclínica) é um dos principais fatores que interfere na qualidade do leite. A contagem de células somáticas em leite normal, produzido por animais saudáveis, é normalmente menor que 3×10^5 CCS/mL de leite. Qualquer aumento nesse valor indica condição anormal do úbere (Laranja da Fonseca & Santos, 2000). Para Brito & Brito (1998), esse valor varia de 5×10^4 a 1×10^5 CCS/mL de leite e contagens acima de $2,5 \times 10^5$ CCS/mL de leite permitem assegurar, com 80% de certeza, a presença de infecção na glândula mamária.

Os níveis máximos estabelecidos pela Instrução Normativa nº 51(IN/51) são de 1×10^6 CCS/mL de leite. Apesar das citações, o Brasil ainda não dispõe de norma regulamentar oficial. O pouco que existe são iniciativas de empresas privadas em programas de incentivo à qualidade do leite restrito ao universo de seus fornecedores. Essa situação poderá se modificar em função da entrada em vigor das novas Normas de Lácteos previstas para 2001, mas postergada para janeiro de 2006, na forma da IN/51. Neste caso, o Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade dos Leites tipo "A e B" determina um máximo de 6×10^5 CCS/mL, enquanto o Regulamento

Técnico de Identidade e Qualidade do Leite Cru Refrigerado amplia esse limite para 1×10^6 CCS/mL.

Harmon et al. (1994) justificam uma alta CCS para animais que permanecem ao sol; o fato de que as aglomerações em áreas sombreadas, no pasto, durante o verão, levam à concentração de patógenos ambiental superior a 10.000.000 germes/grama de matéria seca de solo e que o aumento da temperatura ambiente e da umidade tende a acelerar o crescimento de patógenos (Hogam & Smith, 1987).

Suplementação de vacas em sistema de lotação intermitente

Suplementação com lipídeos

Normalmente, os lipídeos são nutrientes utilizados na dieta para aumentar a densidade energética. A suplementação com lipídeos demonstra outros benefícios como o aumento da absorção de nutrientes lipossolúveis e à saúde animal. O termo lipídeos é genericamente usado para descrever os componentes formados por alta concentração ácidos graxos de cadeia longa que inclui triglicerídeos, fosfolipídeos, ácidos graxos não-esterificados e sais de ácidos graxos de cadeia longa.

Ácidos graxos de cadeia longa são substâncias ricas em energia. Várias formas de lipídeos são fornecidas na dieta de vacas de leite, que inclui sementes oleaginosas, gordura animal, vegetal ou ambas e gordura “protegida”.

O aumento do consumo de energia pelo uso de lipídeos é importante na fase inicial da lactação, em que o consumo de alimentos é reduzido, que evita ou ameniza a perda de peso, o balanço energético negativo e, conseqüentemente, a redução da produção total de leite na lactação e a baixa eficiência reprodutiva (Butler & Canfield, 1989).

Os triacilglicerídeos dos óleos de sementes de plantas oleaginosas possuem, em maior proporção, os ácidos graxos insaturados. No processo de digestão dos lipídeos, a estimativa da hidrogenação dos ácidos graxos poliinsaturados no rúmen é de 60 a 90% (Bickerstaffe et al., 1972; Mattos & Palmquist, 1977). A biohidrogenação dos suplementos de sais de cálcio de fontes de ácidos graxos insaturados no rúmen chegam a um percentual de 30 a 40% (Klusmeyer & Clark, 1991). O coeficiente da digestão total dos ácidos graxos no rúmen é negativo e indica o reflexo da síntese microbiana de ácidos graxos. A maioria dos ácidos graxos sintetizados, no rúmen pelos microrganismos, é incorporada a fosfolipídeos. Jenkins (1993) estimou a síntese microbiana de lipídeos por volta de 15g por Kg de lipídeos livres de matéria orgânica digestiva no rúmen. Aproximadamente, 85 a 90% dos ácidos graxos residuais do rúmen são em forma de ácidos graxos livres e 10 a 15% são fosfolipídeos microbianos.

Allen (2000) observou que o consumo alimentar diminuiu de maneira linear, à medida que o consumo de sais de cálcio de óleo de palma e gordura animal não-processada (sebo e gordura) aumentou. O consumo alimentar diminuiu cerca de 2,5% e 1,2% para cada aumento de 1% na MS da dieta suprida com sais de cálcio de óleo de palma e gordura animal não-processada, respectivamente. O fornecimento de gordura hidrogenada não afetou o consumo alimentar, enquanto que o fornecimento de sementes oleaginosas diminuiu o consumo de uma maneira quadrática (maior quando as sementes oleaginosas contribuíram com ácidos graxos em 2% da MS na dieta). Quanto maior o grau de insaturação da gordura de um alimento, maior será a depressão no seu consumo. Se a digestão de fibra no rúmen for reduzida na presença de gordura não-saturada adicional, então a passagem da digesta pode ser diminuída, reduzindo, dessa maneira, o consumo alimentar. Outro mecanismo, através do qual, a suplementação de gordura

pode reduzir o consumo alimentar, é através do efeito da gordura no centro da saciedade, via sistema endócrino (Pantoja et al., 1994).

Na dieta, a gordura estimulou a liberação de colecistoquinina (Choi & Palmquist, 1996), que por sua vez, pode inibir o esvaziamento gástrico e/ou estimular os centros de saciedade no cérebro e no fígado. Ainda, é necessária a documentação mais exata desses mecanismos.

Devido ao fato de ingredientes típicos (grãos e forragens) apresentarem um conteúdo de extrato etéreo de aproximadamente 3%, a gordura suplementar deve ser limitada no máximo em 3 a 4% da MS da dieta. A adoção desta prática resulta no fornecimento de dietas com quantidades inferiores a 6-7% de gordura (extrato etéreo). A seleção também deve depender, sobretudo, da digestibilidade. O conteúdo energético líquido das gorduras dietéticas é altamente influenciado pelo grau de saturação dos ácidos graxos. Gorduras que contêm maior proporção de ácidos graxos insaturados (fontes vegetais) comparadas a ácidos graxos saturados (fontes animais) são frequentemente mais digestíveis no intestino delgado (Staples et al., 2001).

Valores de digestibilidade verdadeira, fonte NRC (2001), são 86%, 68% e 43% para óleos vegetais, sebo e sebo parcialmente hidrogenado, respectivamente. A vantagem das gorduras insaturadas pode ser devida a um menor ponto de saturação em relação às gorduras saturadas; aumentando desta maneira, a formação de micelas para absorção (Staples et al., 2001).

Suplementação protéica

A exigência de proteínas, em vacas lactantes, é área de grande interesse para a comunidade científica, com ênfase às fontes protéicas, teor de proteína bruta na dieta,

degradabilidade ruminal, e mais recentemente ao balanço de aminoácidos essenciais nos suplementos protéicos e fontes de proteínas endógenas. Esta última abrange a proteína de células mortas e das secreções no trato digestivo (NRC, 2001).

Na última década, a suplementação de vacas de alta produção com PNDR ou proteína protegida tornou-se prática comum e amplamente aceita por nutricionistas e produtores, principalmente após a liberação do *Absorbed Protein Model* pelo NRC (1989). Esse fato gerou, e continua gerando, intensa discussão sobre a importância da degradabilidade ruminal da proteína para vacas de alta produção, sendo que um maior fluxo de proteína e, conseqüentemente de aminoácidos para o intestino, resultaria em incrementos substanciais para a produção de leite (Santos et al., 1998).

Diversos autores enfatizaram que, para se ter sucesso com a suplementação de PNDR, estas fontes devem ter um balanço adequado de aminoácidos a fim de se complementar os aminoácidos provenientes da proteína microbiana, tomando como padrão: a proteína do leite (Clark et al., 1992; Huber & Chen, 1992; Polan, 1992; Chen et al., 1993; Schwab, 1994; Huber & Santos, 1996; Santos, 1996; Santos et al., 1998).

Estudos de infusão de aminoácidos, no abomaso e duodeno, indicaram que a lisina e a metionina são os dois aminoácidos mais limitantes para a síntese do leite, e de proteína do leite, em dietas comumente fornecidas para vacas de alta produção (King et al., 1990; Schwab et al., 1992a). O balanceamento de lisina e metionina tem sido proposto, utilizando-se o modelo de *Cornell (CPM – Dairy)* para atingir níveis de 6,82% de lisina e 2,19% de metionina, na proteína metabolizável da dieta.

Diante disso, suplementos protéicos ricos em PNDR, em que os teores de lisina e/ou metionina são baixos ou não-balanceados, podem ter efeitos negativos na produção de leite e de proteína do leite. A fonte de melhor relação entre aminoácidos essenciais tem sido a farinha de peixe (Schwab, 1994).

No rúmen, a proteína microbiana sintetizada é de excelente qualidade e tem a capacidade de suprir toda a proteína necessária para a produção de até 4.500 Kg de leite/lactação em vacas que recebem uréia como a única fonte de nitrogênio (Virtanen, 1966). Essa proteína é importante para vacas leiteiras de média exigência nutricional, como produtos de cruzamentos entre raças Holandesa e Zebuína, encontrada principalmente, na região sudeste e centro-oeste do país. A proteína microbiana supre de 59 a 81 % do total de proteína verdadeira que chega ao duodeno de vacas leiteiras, e contém uma média de 66% de nitrogênio total, sendo rica na maioria dos aminoácidos essenciais para a síntese da proteína do leite. Assim, essa alimentação deve ser manejada a aumentar a eficiência de utilização do nitrogênio ou amônia pelos microrganismos do rúmen. Teixeira et al. (1991) avaliaram o desempenho de vacas em lactação, alimentadas com dietas que contêm diferentes fontes protéicas: farelo de algodão, farelo de soja, amiréia 29S e amiréia 44S. Os autores concluíram que a ingestão da MS e proteína, produção de leite corrigida ou não para 4% de gordura, e o teor de gordura no leite, foram semelhantes entre os tratamentos.

O NRC (2001) recomenda que vacas leiteiras de alta produção devam receber dietas com 17 a 18% de proteína bruta (PB), sendo que 35% dessas devem ser na forma de PNDR e 65% PDR. Entretanto, nas três primeiras semanas pós-parto, o mesmo NRC (2001) recomenda que as dietas devam ser mais condensadas (18,5 a 19% de PB) para compensar a baixa ingestão de MS, baixando logo após para os níveis anteriormente citados.

Dessa forma, dietas com excesso de PB ou PDR, a falta de carboidratos fermentáveis, ou assincronia entre degradação da proteína e a disponibilidade de energia promovem grande concentração de uréia no sangue e/ou excreção de uréia no leite e urina (Ferguson & Chalupa, 1989; Garcia-Bojalil et al., 1998). Ferguson et al.

(1993) relataram que a taxa de concepção no rebanho diminui quando o nível de uréia no sangue se encontra acima de 20 mg/dL.

Suplementação com carboidratos

Os carboidratos são as maiores fontes de energia presente nos alimentos utilizados em dietas de vacas leiteiras, e que normalmente compreende 60 a 70% do total da dieta. A principal função dos carboidratos é fornecer energia aos microrganismos do rúmen e ao animal. Os carboidratos desempenham outro importante papel, que de acordo com o tipo de carboidrato, interfere na saúde do trato gastrointestinal.

A fração dos carboidratos nos alimentos é uma mistura complexa de numerosos monômeros e polímeros que são usualmente definidos de acordo com o procedimento analítico e a sua viabilidade para o animal. Os carboidratos são classificados em estrutural (CE) e não-estrutural (CNE), os CNE são encontrados no interior da célula das plantas e normalmente são mais digestíveis que os CE que são encontrados na parede celular das plantas.

O crescimento microbiano será determinado pelas quantidades de carboidratos totais (CE + CNE) fermentados no rúmen. Por esse motivo, as recomendações podem ser modificadas pelas taxas e extensão da fermentação, das fontes de fibra em detergente neutro (FDN) e CNE na ração (Reis & Antunes, 1999).

As dietas consumidas pelas vacas de alta produção possuem altos níveis de amido, uma vez que os grãos de cereais contêm de 60 a 80% de amido e representam o principal componente, e fonte primária de energia, dessas dietas (30 a 35% da MS). Os açúcares e amidos têm rápidas taxas de fermentação e fornecem energia para o crescimento microbiano logo após sua ingestão. Devido à rapidez de fermentação, a

quantidade total fornecida deve ser limitada para evitar excessiva acidose ruminal. Os efeitos do processamento dos grãos sobre a utilização de nutrientes pelo ruminante foram revisados por Owens et al. (1986) e por Huntington (1997) que determinaram mudanças nas taxas, extensão e locais de digestão do amido.

A fermentação ruminal do amido varia grandemente com o tipo e processamento dos grãos. A diferença relativa dos tipos de grãos, principalmente de milho e sorgo está relacionada à matriz protéica que envolve os grânulos de amido (McAllister et al., 1990). Herrere-Saldaña & Huber (1989) compararam as taxas de digestão de amido em cinco grãos cereais e classificaram-nas da mais rápida para a mais lenta, como: aveia, trigo, cevada, milho e sorgo. O processamento dos grãos, como: quebra, moagem, floculação e graus de umidade, aumentou a taxa de fermentação. Embora a taxa de fermentação aumente com a moagem, a taxa de passagem para o intestino delgado, possivelmente também aumente à medida que as partículas menores deixam o rúmen com a fração líquida, que passam três a quatro vezes mais rápido que a fração sólida.

O NRC (1989) recomenda o balanceamento de rações com um mínimo de 25% de FDN, sendo que 75% desta FDN sejam oriundas das forragens. Entretanto, esta recomendação pode ser manipulada, uma vez que as fibras variam grandemente de efetividade e estímulo sobre a ruminação, em decorrência das diferenças no tamanho, distribuição das partículas e tempo de retenção no rúmen. O nível ótimo de FDN que maximiza a ingestão de energia pelas vacas no início da lactação varia de 25 a 35% da MS. O nível de FDN dentro desse intervalo está na dependência da vaca ou grupo de vacas, dos alimentos disponíveis e do sistema de alimentação adotado.

As rações com níveis inadequados de fibras provocam alterações na função ruminal, decréscimo na ingestão de energia e podem resultar em problemas de saúde como: acidose, deslocamento de abomaso e laminite. Portanto, torna-se necessário

balancear rações considerando os efeitos no pH ruminal. Alcançar as exigências energéticas, sem o comprometimento da função ruminal, é muito mais fácil para vacas nos terços médio e final da lactação, pois se pode fornecer mais CE para atender as exigências nutricionais nessa fase do ciclo produtivo (Reis & Antunes, 1999).

Parâmetros ruminais

pH ruminal

A maximização da ingestão de energia por vacas leiteiras é importante estratégia utilizada na nutrição dos animais. Ela objetiva atender o potencial genético e aumenta a produção de leite. Essa estratégia destaca-se para vacas no início da lactação devido à energia que é metabolizada e excede aquela energia consumida. A adição de carboidratos de alta digestibilidade, em dietas, é um método comum de aumentar a energia viável à vaca. A fermentação ruminal de carboidratos pode também aumentar a produção de proteína microbiana (Nocek & Tamminga, 1991; Krause et al., 2002a), mas um aumento exacerbado da fermentação destes carboidratos eleva o risco de acidose ruminal (Krause & Combs, 2003).

A quantidade de carboidratos, na dieta, e a sua fermentação alteram a produção de ácidos fermentados no rúmen. As partes solúveis da parede celular das plantas, durante a alimentação, são rapidamente liberadas e hidrolizadas a monômeros. Esses últimos são rapidamente fermentados no rúmen até ácidos graxos voláteis (AGV) que reduzem o pH do meio (Owens & Goetsch, 1988). A produção destes ácidos fermentados, no rúmen, necessita ser balanceada com a sua remoção e ou neutralização (Allen, 1997). Esta capacidade tamponante da dieta é determinada largamente pelo total de ruminação realizada pela vaca, que secreta mais saliva tamponante no intervalo de alimentação

(Bailey & Balch, 1961). Fisiologicamente, a FDN efetiva tem sido determinada a partir da fração do alimento que estimula a ruminação (Mertens, 1997) e este último reflete a característica fisiológica da fibra, como também o comprimento da partícula. Grant et al. (1990) relataram correlação entre o tamanho da partícula da forragem e o pH ruminal.

Ederman (1988), citado por Benedetti (1994), relatou que o pH ruminal é relacionado com a concentração de AGV, com a sua absorção no rúmen, com o fluxo da água através da parede ruminal, como 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.

Pesquisas realizadas na área da Nutrição de Ruminantes têm verificado a importância da população microbiana, tanto na digestão de carboidratos como na contribuição de proteína microbiana para suprir as exigências protéicas do animal.

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. A taxa de crescimento dos dois grupos é diretamente proporcional à taxa de digestão dos carboidratos e da fonte de N disponível. Os microrganismos do rúmen têm alta capacidade de aproveitamento destes carboidratos, sendo que os ruminantes utilizam os produtos finais da fermentação ruminal como fonte de energia para o seu metabolismo.

Dois fatores determinam quais microrganismos prevalecerão no ecossistema ruminal: os substratos disponíveis e o pH do fluido ruminal. Hobson (1988) afirma que o pH é o fator mais variável do ecossistema ruminal, sendo capaz de interferir fortemente

na população microbiana, pois a eficiência de crescimento de bactérias predominantes depende muito deste parâmetro e 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 ração completa, destacaram também que a redução do pH ruminal é a principal causa individual de efeitos associativos negativos.

Mould & Orskov (1984) relataram que dietas formuladas para ruminantes com a presença de amido reduzem a digestão das fibras por vários eventos, destacando uma preferência por estes carboidratos, que reduz o pH ruminal e regridem os organismos celulolíticos. Uma moderada redução do pH, ao redor de 6,2, proporciona uma exacerbada depressão na digestão da fibra na presença do amido. Mas, para valores abaixo de 6,0, uma severa redução do pH deprime os microrganismos celulolíticos e limita severamente a digestão da fibra. Esta inicial redução da digestão da fibra não está relacionada com o pH, mas com o “efetivo carboidrato”, e relata a alternativa que a digestão do amido pode inibir à da celulose. Em um pH de 5,8, a quantidade de micróbios associados a partículas de fibra fica reduzida por 43% comparada com pH entre 6,2 a 7,0, e observa-se um decréscimo de 15% no total de microrganismos. A digestibilidade do FDN em pH a 5,8 foi 8,1% comparada com nível de 32% em pH mais alto (Shriver et al., 1986).

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 tamponantes via saliva e a presença ou liberação de substâncias tamponantes do próprio alimento (Benedetti, 1994).

Observa-se uma redução do pH ruminal em vacas leiteiras em pastejo e suplementadas com concentrado, em quantidade superior a oito kg de MS/d, (Bargo et al., 2002a). Ao Aumentar o fornecimento de concentrado de 5 para 10 kg MS/d, observou-se a redução do pH (Sayears, 1999), entretanto, ao aumentar a quantia de 5,6

para 8,4 kg MS/d não afetou o pH em outro experimento (Jones-Endsley et al., 1997). Observa-se interação com a quantidade, tipo de concentrado suplementado, a IMS e a qualidade da forragem (ex. estágio de maturidade e conteúdo de FDN) com o comportamento do pH ruminal (Bargo et al., 2003).

Avaliou-se a fermentação ruminal de vacas leiteiras alimentadas com dietas exclusivamente de forrageiras, pastejo de gramíneas, feno e silagem (Holden et al., 1994), forragem cortada e fornecida a fresco em diferentes estações do ano (Elizalde et al., 1994), cujas vacas consomem pastagem com diferentes níveis de fertilização de nitrogênio (N) (Van Vuuren et al., 1992; Mackle et al., 1996; Peyraud et al., 1997) e foi observado um aumento do pH ruminal de vacas em pastejo, quando se aumentou a fertilização nitrogenada de 275 para 500 kg N/ha (Van Vuuren et al., 1992) e de 25 para 125 Kg N/ha (Mackle et al., 1996). A fertilização nitrogenada aumentou a concentração de N-NH₃ ruminal em dois estudos (Van Vuuren et al., 1992; Peyraud et al., 1997), mas não no terceiro estudo (Mackle et al., 1996). Resultados contraditórios podem ser observados com o aumento da fertilização em pasto quanto à proteína bruta da forrageira (PB) e a ingestão de PB pelos animais (Peyraud et al., 1997).

Nitrogênio amoniacal no rúmen

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, 1988; Russel et al., 1991) que envolve solubilização, hidrólise extracelular, transporte para o interior da célula, deaminação e a 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 refere-se aos demais componentes (Valadares Filho, 1995). Portanto, fermentação e digestão são componentes distintos de um processo único, a degradação. De uma forma geral, todos os microrganismos ruminais parecem estar envolvidos no complexo sistema de degradação protéica ruminal.

Santos et al. (2001) relataram que o comportamento de incorporação de aminoácidos em proteína microbiana não é homogêneo em toda a flora ruminal. O processo de captação de nitrogênio do meio, na forma de amônia, é realizado por dois mecanismos enzimáticos: o primeiro é chamado de glutamato sintase e não requer energia; o segundo: chamado de glutamamina sintetase, exige ATP, e é utilizado amplamente com baixos níveis de amônia no meio (Erflle et al., 1977). Desta forma, 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 citado por Nolan, 1993).

Os ruminantes têm a característica de reciclar o nitrogênio do rúmen, na forma de uréia, via saliva. Esta reciclagem assume, portanto, grande importância para manutenção dos níveis mínimos de N ruminal para que sejam observados ao menos os níveis mínimos de produtividade sob baixos planos nutricionais. Segundo Minson (1990), para que haja funcionamento do rúmen sem comprometimento das atividades microbiológicas básicas, há necessidade de ao menos 7% de proteína bruta (\approx 1% de N) na MS ruminal. O NRC (1989) recomenda que, para que sejam observados níveis aceitáveis de digestibilidade ruminal da MS, seja mantida uma concentração de amônia ruminal igual ou superior a 5 mg/dL.

A disponibilidade de N, no rúmen, assim como de outros nutrientes, não deve ser limitante para a fermentação. O teor de N-NH₃ é consequência do equilíbrio entre sua produção e sua utilização pelos microrganismos, e esta última depende da quantidade de energia disponível (Borges, 1997). Portanto, as necessidades de N degradável no rúmen têm sido expressas em função da energia disponível, utilizando-se a relação de 32g de N/kg matéria orgânica fermentável da dieta (ARC, 1980). Segundo Rodrigues (1986), existe um ponto de saturação dos sistemas enzimáticos das bactérias, a partir do qual há perda de N sob a forma de amônia.

McAllan & Smith (1983) relataram que a teoria da concentração de N-NH₃ ruminal é necessária às exigências dos microrganismos para a aderência, digerir a fibra, e em maior demanda, atender os microrganismos livres flutuantes no líquido ruminal.

A concentração ótima de amônia, no rúmen, é definida como aquela que proporciona máxima produção de proteína por unidade de substrato fermentado ou máxima taxa de fermentação (Meherz et al., 1977). Entretanto, a concentração da amônia ruminal necessária para o máximo crescimento microbiano é diferente da necessária para máxima fermentação (Song & Kenelly, 1990). O indicador da eficiência de utilização do N é a concentração de amônia ruminal (Satter & Roffler, 1975; Vieira et al., 1980), visto que, cerca de 60 a 80% do N incorporado pelos microrganismos advém dela.

Hoover (1986), em trabalho de revisão literária, encontrou a concentração de N-NH₃ ruminal necessária para obter, em conjunto, o máximo crescimento microbiano e a taxa de fermentação dos valores entre 7 a 76 mg/dL, e concluiu que, em dieta com valor maior que 6% de PB natural, os valores ótimo para o crescimento microbiano de 3,3 mg/dL, concentração para digestão de nutrientes valores de 8,0 mg/dL, crescimento microbiano e digestão de nutrientes associados 6,2 mg/dL e para o ótimo nível de N-NH₃ ruminal, para o crescimento e digestão 21,4 mg/dL.

Níveis de N disponível no rúmen, superiores aos considerados ótimos para máxima eficiência de síntese microbiana, têm efeitos positivos sobre o consumo e a fermentação ruminal, especialmente em dietas baseadas em forragens. Leng (1990) sugeriu valores de 10 mg de N-NH₃/100 mL de fluido ruminal para máxima fermentação de forragens de baixa qualidade, e para que não haja influência negativa sobre seu consumo são necessários cerca de 20mg de N-NH₃/100 mL de fluido ruminal.

Hess et al. (1992), trabalhando com dieta de feno de grama estrela (*Cynodon nlemfuensis*), PB inferior a 8% e suplementação com diferentes níveis de uréia 0, 1, 2 e 3% da MS, obtiveram, respectivamente, as seguintes concentrações 5,93 , 10,16 , 19,47 e 25,69 mg/dL de N-NH₃ do líquido ruminal. Satter & Roffler (1975) concluíram que para alcançar nível de 5 mg/dL é necessária uma dieta com cerca de 13% de PB na MS.

A suplementação de concentrado tem um efeito consistente na fermentação ruminal e proporciona uma redução da concentração de N-NH₃. Bargo et al. (2003), em uma revisão literária, observaram uma redução significativa na concentração de N-NH₃, após a suplementação, em seis trabalhos e numericamente em três. A redução do N-NH₃ ruminal pode estar associada à elevada captura de N-NH₃ da PB de alta degradabilidade ruminal do pasto (Van Vuuren et al., 1986; Jones-Endsley et al., 1997; Sayers, 1999; Bargo et al., 2002a; Reis & Combs, 2002).

A concentração do N-NH₃ ruminal eleva-se com suplementação de farelo de soja, comparada com dietas somente a pasto (Delagarde et al., 1997), também aumenta quando o concentrado passa de 15 para 23% de PB e sua suplementação de 6,3 kg MS/d (Bargo et al., 2001) e de 10 para 34% PB, com suplementação de 2,6 e 5,2 kg MS/d (Sayers, 1999).

Ácidos graxos voláteis ruminal

Os ácidos graxos voláteis (AGVs) 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 uma pequena parte dos carboidratos escapa à degradação no rúmen, após serem ingeridos pelos animais (Coelho & Leão, 1979).

Segundo Noller (1967), os ácidos graxos voláteis podem ser formados no rúmen por bactérias ou entrar no rúmen como um componente dos alimentos. Entre os ácidos formados no rúmen, em termos percentuais, encontra-se uma proporção bem mais elevada do ácido acético e pequena quantidade de ácidos C₄, C₅ e C₆, sendo estes últimos formados por condensação, através do acetil-CoA ou podem ser originários da digestão da proteína (Coelho & Leão, 1979).

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

A proporção relativa dos diferentes AGVs produzidos varia amplamente, dependendo dos componentes químicos degradados e do pH ruminal. Maiores proporções de propionato são produzidos na degradação da hemicelulose, enquanto que com a degradação dos carboidratos solúveis da planta (amido e açúcares), o padrão de produção de AGVs é alto tanto em propionato, quanto em acetato e baixo em butirato. Em contrapartida, a degradação de amido de cereais produz alta concentração de propionato. A proporção molar típica dos AGVs, produzidos quando o animal alimenta-se basicamente de forragens, representa uma relação de 73:20:7 (acetato; propionato; butirato), comparado com 60:30:10 em misturas de concentrado e forragens e somente com concentrado obteve uma relação 50:40:10 (Black, 1990). Milford & Minson (1965) relataram que a proporção de AGV varia também com o tipo de forragem oferecida e seu estágio de maturação.

Cinética ruminal

A dieta de vacas leiteiras, em pastejo, é composta pela planta forrageira e grãos quando suplementados. Cada ingrediente da dieta receberá uma ação mecânica e ou enzimáticas com intensidades diferentes, no trato digestório, isto devido à composição química e estrutura anatômica do alimento. Tais fatos determinam a dinâmica da digesta no trato digestório dos ruminantes, e segundo Ellis (1994), a taxa de passagem é uma variável crítica, que afeta a utilização de nutrientes, visto modular o tempo disponível para processos digestivos e absorptivos.

A organização estrutural, ou anatomia orgânica, das plantas e seus tecidos constituintes, influencia diretamente na quebra das partículas das forragens, em que a digestibilidade da matéria seca (MS) e as características da parede celular determinam a viabilidade de seus polissacarídeos para os microrganismos ruminais (Wilson et al., 1993). A maior junção das células da epiderme, observada nas gramíneas tropicais, proporciona dificuldade para quebrá-las e menor contato dos microrganismos ruminais, que dificulta o acesso aos nutrientes da célula vegetal, e disponibiliza maior tempo de ação dos microrganismos neste tipo de fibra (Chesson et al., 1993).

Os fatores ligados à produtividade dos ruminantes não depende somente da qualidade da dieta e do consumo voluntário, mas também da taxa de redução do tamanho de partículas da digesta ou da facilidade de mastigação durante a ruminação, que é uma propriedade da composição da dieta (Poppi et al., 1980). Esta dieta inclui principalmente o conteúdo da parede celular e a propriedade física da fibra, que influenciam na quebra em partículas de fibras menores (Van Soest, 1994). Assim, nos estudos da cinética de degradação nos ruminantes, deve-se conhecer não somente a anatomia e fisiologia do trato gastrointestinal (TGI), mas também as propriedades físicas do alimento e da digesta (Uden & Van Soest, 1984).

A mastigação durante a ruminação promove a exposição da estrutura interna da planta para o ataque dos microrganismos e reduz o tamanho das partículas (Dulphy et al., 1980), sendo de grande importância para a redução contínua do tamanho das partículas grandes (McLeod & Minson, 1988). Portanto, esta ruptura das partículas do alimento até um tamanho limite que lhes permita atravessar o orifício retículo-omasal, estabelecido em 1,5 a 2,0 mm para bovinos (Ullyat et al., 1986), está em função de quatro mecanismos: a mastigação durante o processo de prensão dos alimentos, durante a ruminação, a digestão microbiana, e a ruptura devido à fricção provocada pelas paredes do rúmen, sendo os dois primeiros os principais responsáveis (Faichney, 1986). Como conseqüências da mastigação durante a alimentação, destacam-se a remoção da cutícula, o esmagamento e a separação dos feixes vasculares e outros tecidos da forrageira, além da liberação do conteúdo celular. Portanto, estas alterações mecânicas auxiliam a colonização do material ingerido pelos microrganismos celulolíticos (Poppi et al., 1981).

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, menor taxa de passagem das partículas do rúmen é verificada, o que acarreta em 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 gastrointestinal, geralmente, é relacionado à capacidade do trato digestório, com relação ao consumo e à 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.

As principais forrageiras consumidas pelos ruminantes nos trópicos possuem uma digestibilidade inferior a 65% que proporciona maior controle físico do consumo comparado com forrageiras de clima temperado. 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 em 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). Esta baixa digestibilidade da matéria seca limita o consumo destas forrageiras, pela capacidade do rúmen, velocidade de degradação e velocidade de passagem pelo TGI.

Minson (1990) observou que a diferença, na ingestão voluntária entre espécies animais, ocorre, principalmente devido ao tamanho corporal. De acordo com o autor, também, há diferenças entre espécies de ruminantes de similar tamanho, pois a ingestão de *Bos taurus* é maior que a de *Bos indicus*. Durante a lactação, é observado que a ingestão voluntária das forragens aumenta em resposta à exigência energética adicional para a produção de leite, em procedência ao aumento limitado no tamanho do rúmen. A categoria fisiológica do animal, além da variabilidade genética, estabelece o seu nível de consumo. Assim, o consumo será afetado por fatores como tamanho, sexo, idade, espécie, histórico nutricional prévio e natureza de produção. Os animais da mesma categoria fisiológica apresentam variações genéticas de consumo ao redor de 15% quando estabulados (Ullyatt, 1983 citado por Euclides, 1989).

O conhecimento da dinâmica do fluxo dos diferentes componentes da digesta no rúmen-retículo é de fundamental importância em modelos de nutrição de ruminantes, que almejam acuradas predições de relacionamentos entre dieta, suprimento de nutrientes e específica performance animal (Offer & Dixon, 2000). Estes autores relatam ainda, que uma característica comum aos modelos de função ruminal, diz

respeito ao sistema de predição das cinéticas de degradação dos componentes dietéticos, que visa à estimativa do suprimento de nutrientes para os microrganismos, bem como a quantificação do suprimento de nutrientes não-degradados para o intestino.

Há várias técnicas disponíveis na literatura para estimar a taxa de passagem (k) ou o tempo médio de retenção ($1/k$) das partículas pelo 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, que obtém 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 a amostragem das fezes, em intervalos de tempo pré-estabelecidos, nas quais são analisadas as concentrações do elemento químico utilizado. Posteriormente, a curva das concentrações do indicador, nas amostras coletadas em função do tempo transcorrido desde a sua administração, é ajustada a um modelo matemático, 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.), que aderiu 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., 1979). Outro elemento metálico de larga utilização é o Cromo (Cr), que é complexado à fração fibrosa do alimento,

comumente chamado de cromo-mordentes (Udén et al., 1980, Lascano & Quiroz, 1990). A maior vantagem de utilizar o cromo reside no fato de que sua leitura é de uso relativamente rotineiro nos laboratórios de nutrição animal.

O uso concomitante de dois ou mais indicadores pode ser usado para estimativas simultâneas de taxas de passagem de diferentes componentes dietéticos (Shaver et al., 1988; Batajoo & Shaver, 1994) ou daqueles de distintos tamanho 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 partículas, 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, antes do que 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-comportamentais.

Ellis et al. (1994) relataram 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 podem ser definido 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 como corantes, e administradas em dose única a ovinos, Blaxter et al. (1956), citado 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, diferentemente de Figueira (1991), 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), denominou “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.

$$Y = A * e^{-k_1 * (t-TT)} - A * e^{-k_2 * (t-TT)} \quad \text{para } t \geq TT$$

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

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 et al., 1997; West et al., 1997; Almeida et al., 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.

Entretanto, estudos de modelagem comparativa têm sugerido a superioridade de alguns modelos compartimentais tempo-dependentes (Quiroz et al., 1988; Stensig et al., 1998; Detmann et al., 2000) ou daquele multi-compartimental, proposto por Dhanoa et

al. (1985), sobre o de Grovum & Williams (1973), no ajuste dos dados de concentração fecal do indicador de fase sólida (Bernard et al., 1995; Oliveira et al., 1998; Detmann et al., 2000; Lira et al., 2000).

Considerando a discussão de Ellis et al. (1994), Matis (1972) observou que os fragmentos de alimentos, no rúmen, estavam sujeitos a vários processos digestivos, relacionados ao incremento da probabilidade de seu escape. De fato, a dependência do tempo pode ser considerada natural e inequívoca, já que a susceptibilidade de passagem através do orifício retículo-omasal aumenta à medida que a partícula diminui de tamanho, fenômeno este diretamente relacionado ao seu tempo de estadia no rúmen (Offer & Dixon, 2000), como consequência de eventos relacionados à própria ruminação, hidratação e degradação microbiana (Quiroz et al., 1988).

Dessa forma, Matis (1972) propôs uma distribuição não exponencial para ajustar os efeitos do tempo de permanência, sobre o tamanho das partículas no compartimento. E para modelar esses processos tempo-dependentes, escolheu a família de funções gamma (λ).

Segundo o mesmo autor, o contrário do observado nos modelos compartimentais tempo-independentes, daqueles tempo-dependentes, a distribuição dos tempos de permanência das partículas no compartimento difere. Isto advém do insignificante escape inicial dos fragmentos mastigados e gradativos mais rápidos com o avanço do tempo de permanência, que atinge uma máxima taxa de escape, e a partir daí, o tempo deixa de exercer seu efeito.

Segundo Pond et al. (1988), o uso de diferenças na estrutura para dependência ou independência de tempo nos compartimentos seqüenciais, permite a oportunidade estatística para caracterizar tempo-dependência em qualquer compartimento. Entretanto, corroborando com Matis (1972), adicionalmente discutiram que a dependência de

tempo está consistentemente associada a mais rápida taxa de passagem, observada no maior compartimento de mistura.

Um modelo alternativo tempo-dependente, mas com uma distinta abordagem matemática (Ellis et al., 1994) foi proposto por Dhanoa et al. (1985) e desenvolvido sob a premissa da existência de mais o que dois *pool* no TGI, que considera o fluxo da digesta como um processo exponencial multi-compartimental (n compartimento não-específicos), que constitui de uma equação multiplicativa, contendo um termo exponencial e um duplo exponencial (Dhanoa et al., 1985).

Conforme apresentaram Oliveira et al. (1999), a expressão matemática simplificada do modelo de Dhanoa et al. (1985) é:

$$Y = A^* e^{-k_1 * t} * \exp(-B^* e^{-k_2 * t})$$

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.

Em estudos de modelagem comparativa, Worrell et al. (1986) e Quiroz et al. (1988) já alertavam acerca das incertezas inerentes à seleção do modelo adequado para descrição dos movimentos da digesta no TGI do ruminante.

Na literatura consultada, apenas algumas generalizações podem ser feitas, face às dificuldades concernentes à comparação de modelos com distinto número de parâmetros (Quiroz et al., 1998), bem como, às diferentes combinações de modelos incluídos em cada estudo analisado.

Logo, constatou-se que, sob diversas condições experimentais, dados de excreção fecal de um indicador, visando à obtenção de estimativas de parâmetros da dinâmica de

fluxo da fase sólida foram melhores ajustados (Soares et al., 2001) a modelos que incluíram algum tratamento matemático para responder pelos efeitos de dependência do tempo de permanência das partículas nos compartimentos de mistura.

Especificamente, comparando o modelo mais amplamente aceito e usado na obtenção de estimativas de cinética da fase sólida, qual seja, o de Grovum & Williams (1973), com aquele (Dhanoa et al., 1985) que tem sido recentemente adotado para condições tropicais (Detmann et al., 2000), por sua melhor capacidade de ajuste com bovinos mantidos sob estabulação (Oliveira et al., 1999) ou pastejo (Lira et al., 2000; Lopez et al., 2002).

Diversos têm sido os procedimentos relatados na literatura, que visam à comparação de modelos (Dhanoa et al., 1985; Quiroz et al., 1988), não existindo, entretanto nenhum critério padronizado para seleção daqueles mais adequados a específicas condições experimentais (Quiroz et al., 1988).

Assim, a avaliação gráfica preliminar da adequabilidade de ajuste de um modelo, vem utilizando o coeficiente de determinação (R^2) e o julgamento visual da dispersão no tempo, dos resíduos ordinários, em relação aos valores observados. Esta ferramenta está sendo uma prática comum a vários estudos (Amici et al., 1997). Esse procedimento permite a averiguação da habilidade do modelo em descrever o fenômeno observado. Para tanto, o que se espera é que não ocorram sistemáticas super ou subestimações em qualquer seção da curva.

Com intuito de melhorias na interpretação gráfica visual e na comparação de um modelo no ajuste de diferentes conjuntos de dados observados, Detmann et al. (2001) procederam à padronização dos resíduos ordinários. Tal procedimento foi também empregado por Oliveira et al. (1998), Lira et al. (2000) e Lopes et al. (2002), em seus estudos de modelagem comparativa. Adicionalmente, nesses três trabalhos, foi adotada,

no auxílio à avaliação do nível de ajustamento dos modelos, análise do perfil de “corridas de sinal” dos desvios padronizados, conforme descrito por Draper & Smith (1966).

CrITÉRIOS auxiliares de avaliação de modelos foram ainda propostos por Dhanoa et al. (1985) e têm sido adotados em outros estudos (Beauchemin & Buchanan-Smith, 1989; Amici et al., 1997), as quais sejam: estimativas biologicamente coerentes e aceitáveis para os parâmetros cinéticos gerados pelo ajuste dos dados no modelo, e pela convergência para soluções únicas a partir do fornecimento de diferentes faixas de valores iniciais, e preferencialmente, sob número não excessivo de interações. A violação dessas premissas, segundo Dhanoa et al. (1985), pode ser sintoma de inadequacidade ou mau condicionamento de um específico modelo.

Em um estudo com vacas Holandesas em lactação, alimentadas à base de forragem verde picada (*Lolium perenne*) ou silagem de milho, Mambrini & Peyraud (1994) relataram tentativa de ajuste de excreção fecal de forragem complexada com Európio (Eu) ou de concentrado com Disprósio (Dy) para três dos principais modelos da literatura. Por razões diversas (não-convergência, estimativas não biologicamente realistas, etc.) consideraram adequado o uso dos resultados de fluxo da fração sólida, obtidos a partir de um método algébrico.

Segundo Ellis et al. (1994), a obtenção de estimativas das taxas de passagem ruminal (k_1) e pós-ruminal (k_2) semelhantes ($k_1 \cong k_2$) é inconsistente com as premissas relacionadas a modelos de dois compartimentos seqüenciais. Esses autores discutiram eventuais condições em que tal fenômeno se estabelece, e recomendaram, baseando-se na literatura, que a razão entre esses dois parâmetros ($k_2 \div k_1$) deveria exceder um fator de 1,5 para que confiáveis estimativas da taxa de passagem ruminal fossem alcançadas.

Alguns autores (Stensig et al., 1998; Detmann et al., 2001) têm feito uso destas recomendações na verificação dos resultados obtidos em seus estudos.

O tempo de retenção do alimento no rúmen é altamente correlacionado com o nível de alimentação do animal, visto maiores consumos resultarem em maiores taxa de passagem. Mensurações de taxa de passagem da fase sólida estão geralmente na faixa de 0,02 a 0,08/h, o que traduz na informação de que 2 a 8% do conteúdo total do rúmen saem deste compartimento por hora.

Segundo o ARC (1984), que forneceu estimativas de valores de taxa de passagem de partículas no rúmen, a partir de estudos de cromo-mordente, levando em conta diferentes níveis de alimentação e produção animal, estes valores são expressos como k_1 .

A seguir observam-se alguns valores e sua interpretação quanto à alimentação e produção: 1) $k_1 = 0,02/h$ – animais alimentados próximo do nível de manutenção; 2) $k_1 = 0,05/h$ – bezerros, vacas leiteiras de baixa produção (<15 kg de leite/dia), bovinos de corte e ovinos alimentados em níveis de até duas vezes as exigências de energia para manutenção; 3) $k_1 = 0,08/h$ – vacas leiteiras de alta produção (>15 kg de leite/dia) alimentadas em níveis superiores a duas vezes as exigências de energia para manutenção.

Segundo Valadares Filho (1995), estes dados são extremamente didáticos e úteis como referência básica em estudos exploratórios comparativos dos níveis potenciais de degradabilidade efetiva, sendo bastante estáticos para possibilitarem uma aplicabilidade universal (AFRC, 1995). Portanto, tais índices foram gerados em condições que levam a incertezas associadas à sua versatilidade, principalmente quando se trata de sua utilização para vacas em lactação, sob pastejo em forrageiras tropicais.

O CNCPS utiliza os valores da dinâmica da passagem da digesta, no rúmen, para predição do nível de degradação ruminal de específicas frações constituintes da proteína e carboidratos dietéticos. As equações utilizadas no modelo de *Cornell* (Sniffen et al., 1992) para determinar os valores de k_1 para forragens e concentrados são: 1) forragens: $k_1 = 0,38 + (0,022 * CMS) + 0,0002 * (\% \text{ de forragens na MS})^2$; 2) concentrados: $k_1 = -0,424 + (1,45 * k_1 * (\text{forragens}))$; em que o CMS = consumo de matéria seca ($\text{g/kg}^{0,75}$).

O NRC (2001) apresentou equações para determinar o k_1 que diferencia quanto ao tipo de forragem: 1) forragens úmidas (silagens e forragens verdes): $k_1 (\%h) = 3,054 + 0,614 * CMS$; 2) forragens desidratadas: $k_1 (\%h) = 3,362 + 0,479 * CMS - 0,007 * (\%C) - 0,017 * (\%FDN)$; 3) concentrados: $k_1 (\%h) = 2,004 + 1,375 * (CMS) + 0,020 * (\%C)$; em que: CMS = consumo de MS (% PV); %C = % de concentrado na MS da dieta; %FDN = FDN do alimento como % da MS. Na elaboração das equações, não foram consideradas as propriedades intrínsecas dos alimentos como tamanho e densidade das partículas, gravidade funcional específica e processamento de grãos.

O estudo da cinética ruminal, no Brasil, teve início nos anos 90 (Benedetti, 1994, Almeida et al., 1997, Oliveira et al., 1998, Detmam, 2000, Soares et al., 2002 e Lopes et al., 2002). Tais trabalhos não avaliaram a cinética da fase sólida e líquida do rúmen de vacas Holandesa em lactação, em pastejo de *Cynodon* sp. e suplementadas, sendo este o objetivo deste trabalho, além de comparar os principais modelos utilizados (Grovmum & Willians, 1973; Dhanoa et al., 1985).

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 não só em estudos de digestibilidade, como também em estudos de balanço hídrico, de determinação do volume ruminal. Para este parâmetro, uma determinada quantidade do indicador é introduzida no ecossistema ruminal, assim, o volume é

calculado a partir da concentração da substância indicadora depois da sua difusão uniforme no líquido ruminal.

Um dos primeiros pesquisadores a utilizar marcadores da fase líquida foi Uden et al. (1980) que criou um modelo matemático no sentido de estudar os movimentos hídricos ruminais, valendo-se do polietileno glicol (PEG). Todavia, além de implicações relativas ao seu peso molecular, esta substância pode precipitar-se com taninos, cuja concentração é alta nas forragens tropicais. Com essas desvantagens apresentadas pelo PEG, os mesmos autores testaram o quelato CO(III)-EDTA.3H₂O, concluindo que precauções devem ser levadas em conta a respeito do seu uso em espécies animais com tempo de retenção de líquido mais longo.

Tamminga et al. (1989) utilizaram o CO-EDTA e verificaram que a passagem de nitrogênio amoniacal foi bem menor do que a taxa de passagem CO-EDTA, embora fosse esperada uma semelhança entre elas. Supõe-se, portanto, que o N do alimento não-degradado esteja amplamente associado com o FDN e, por conseguinte, sua taxa fracional de passagem apresenta-se mais lenta. Já, o N microbiano passa junto com a fase líquida e parcialmente com a fase sólida, portanto, a taxa fracional do N está entre a do líquido (CO-EDTA) e a do sólido (FDN), contudo, parte do N microbiano está livre no meio ruminal e possivelmente deixaria o rúmen igualmente ao CO-EDTA. Se isto é considerado, e o remanescente é igual ao total de FDN, a contribuição do *pool* de micróbios livres no meio ruminal pode ser estimada.

Literatura Citada

- AFRC – AGRICULTURAL FOOD AND RESEARCH COUNCIL. Technical committee on responses to nutrients. *Energy e protein requirements of ruminants*. Wallingford: CAB International, 1995, 159p.
- ALLEN, M. S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. **Journal Dairy Science**, v.80, p.1447–1462, 1997.
- ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal Dairy Science**, Savoy, USA, 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, 1998.
- ALVIM, M. J.; VILELA, D.; LOPES, R. S. Efeito de dois níveis de concentrado sobre a produção de leite de vacas da raça holandesa em pastagem de Coast cross (*Cynodon dactylon* – L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.26, n.5, p.967-975, 1997.
- AMICI, A. et al. Passage rate of solids and fluids in the digestive tract of buffaloes, cattle and sheep: selection of non-linear model. **Animal Science**, Scotland, v.64, pt. 1, p.63-69, 1997.
- ARC – AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. *The nutrient requirements of ruminant livestock*. Suppl. 1. London: CAB, 1984. 45p.
- AROEIRA, L. J. M. Estimativas de consumo de gramíneas tropicais. In: TEIXEIRA, J.C. **Digestibilidade em ruminantes**. Lavras: UFLA, FAEPE, 1997. p.127-163.
- BARGO, F. et al. Ruminal digestion by dairy cows grazing winter oats pasture supplemented with different levels and sources of protein. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.2260–2272, 2001.
- BARGO, F. et al. Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.1777–1792, 2002.
- BARGO, F. et al. Invited review: production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. **Journal Dairy Science**, 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. **Journal of Dairy Science**, v.77, n.6, p.1580-1588, 1994.
- BEAM, S. W.; BUTLER, W. R. Energy balance and ovarian follicle development prior to the first ovulation postpartum in dairy cows receiving three levels of dietary fat. **Biology of Reproduction**, v.56, n.1, p.133-142, 1997.
- 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. **Animal Feed Science and Technology**, 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. 1994.
- BERNARD, L.; CHAISE, J. P., DEVAL, E. Comparison of mean retention time (MRT) of markers in the reticulorumen (RR) estimated by modelling their faecal excretion curves or by an algebraic method, in sheep. Influence of passage model, sampling site, and marker dosing time on passage of rare earth-labeled grain through holstein cows. *Annales De Zootechnie*, v.44, suppl.1, p.171, 1995.
- BICKERSTAFFE, R.; JOHNSON, R. The effect of intravenous infusions of sterculic acid on milk fat synthesis. **British Journal of Nutrition**, v.27, p.561-570, 1972.
- BLAXTER, K. L.; GRAHAM, N. M.; WAINMAN, F. W. Some observations on the digestibility of food by sheep, and on related problems. **British Journal of Nutrition**, v. 10, p. 69-91, 1956.
- BORGES, A. L. C. C. Controle da ingestão de alimentos. **Caderno Técnico Escola de Veterinária – UFMG**, n°21, v. único, p. 67-69, 1999.
- BOVERA, F.; CUTRIGNELLI, M. I.; CALABRO, S. et al. Influence of diet characteristics and production levels on blood and milk urea concentrations in buffalo. In: WORLD BUFFALO CONGRESS, 6., Maracaibo, 2001. **Proceedings...** Maracaibo: Zulia University Tech Park, 2001. p.506-511.
- BRITO, J. R. F.; BRITO, M. A. V. P. **A qualidade do leite**. Embrapa. Tortuga, 1998, p. 46-50.
- 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.
- BURTON, G. W. Registration of tifton 78 bermudagrass. **Crop Science**, Madison, USA, v.28, n.2, p.187-188, 1998.
- BUTLER, W. R.; SMITH, R. D. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.72, p.767-777, 1989.
- BUTLER, W. R.; CANFIELD, R. W. Interrelationships between energy balance and postpartum reproduction. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 1989, East Syracuse. **Proceedings...** Ithaca, NY: Cornell University, 1989. p. 66-74.

- CARVALHO, M. P. Manipulação da composição do leite por meio do balanceamento de dietas de vacas leiteiras. In: FONSECA, L. F. L.; SANTOS, M. V. **Qualidade do leite e controle de mastite**. p.163-167, 2000.
- CHEN, K. L. et al. Effect of protein quality and evaporative cooling on lactation performance of Holstein cows in hot weather. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.819, 1993.
- CHESSON, A. Mechanistic Models of forage cell wall degradation . In: BASED ON THE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE CELL WALL STRUCTURE AND DIGESTIBILITY SPONSORED BY THE USA-AGRICULTURAL RESEARCH SERVICE AND U.S. DAIRY FORAGE RESEACH CENTER, Madison, Wisconsin, 7-10 Oct. 1991. Forage cell wall structure and digestibility / editors, H.G. Jung. (et al.) – 1993.
- CHILLIARD, Y. et al. Ruminant milk plasticity: nutricional control of saturated, polyunsaturated, trans and conjugated fatty acids. **Annales Zootechnia**, v.49, p.182-205, 2000.
- CHOI, B. R.; PALMQUIST, D.L. High fat diets increase plasma cholecystokinin and pancreatic polypeptide, and decrease plasma insulin and feed intake in lactating cows. **Journal of Nutrition**, v.126, p.2913, 1996.
- CHOPPING, G. D. et al. Milk production from irrigated nitrogen fertilized pangola grass. **Proceedings of the Australian Society Animal Production**, v.2, p.481-484, 1976.
- CLARK, D.A.; KANNEGANTI, V.R. Grazing management systems for dairy cattle. **Grass for Dairy Cattle**, p.331, 1998.
- CLARK, J. H.; KLUSMEYER, T. H. ; CAMERON, M. R. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2304. 1992.
- CNA, Conselho Nacional da Agricultura. Valor Bruto da Produção Agropecuária Brasileira. Indicadores Rurais, anoVI, nº 41, p. 6, setembro de 2002.
- COELHO DA SILVA; J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos da nutrição de ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979, 384p.
- COMERON, E. A.; SCHILDER, E. La intensification de los sistemas lecheros de la region templada. In: **Análisis de alternativas para la obtención de elevados niveles de productividad**. Argentina, 1998. Paginação irregular. Folheto avulso.
- COWAN, R .T. Milk production from grazing systems in northern Australia. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL O FUTURO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE NO BRASIL, 1995. Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1995. p.41-54.
- CZERKAWSKI, J. W. **An introduction to rumen studies**. Oxford: Pergamon, 1986. 236p.
- DADO, R.G.; MERTENS, D.R.; SHOOK, G.E. Metabolizable energy and absorbed protein requirements for milk component production. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.1575-1588, 1993.
- DELAGARDE, R., J. L.; PEYRAUD, L. The effect of nitrogen fertilization level and protein supplementation on herbage intake, feeding behaviour and digestion in

- grazing dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, Netherlands, v.66, p.165–180, 1997.
- DETMANN, E. 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., Porto Alegre, 1999. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, Disponível em: <<http://www.sbz.org.br/eventos/PortoAlegre/homepagesbz/Nur/NUR014.htm>>. Acesso em: 10 ago. 2005.
- DETMANN, E. et al. Estimação da excreção fecal por intermédio de modelos matemáticos em novilhos mestiços suplementados a ap SILVA, J. F. C. da. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., Viçosa, 2000. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. Disponível em: <<http://www.sbz.org.br/scripts/anais2000/fichatrabs.asp?Id=1964>>. Acesso em: 10 jun. 2005.
- DETMANN, E. et al. Estimação de parâmetros da cinética de trânsito de partículas em bovinos sob pastejo por diferentes sequencias amostras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n.1, p.222-230, 2001.
- DHANOVA, M. S. et al. A multicompartimental model to describe marker excretion in ruminant faces. . **British Journal of Nutrition**, v.53, p.663-671, 1985.
- DRAPER, N. R.; SMITH, H. **Applied regression analysis**. New York: John Wiley, 1966. 407p.
- DULPHY, J. P.; REMOND, B.; THERIEZ, M. Ingestive behaviour and relates activities in ruminants. In: RUCKEBUSCH, Y.; THIVEND, P. **Digestive physiology and metabolism in ruminant**. Lancaster: MTP, 1980. p.103-122.
- EDERMAN, R. A. Dietary buffering requerimentas of lactating dairy cow. Review. **Journal Dairy Science**, Savoy, USA, v.71, n.10, p.268-273, 1988.
- EDMONSON, A. J. et al. A body scoring chart for Holsteins dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.72, p.68, 1989.
- ELIZALDE, J. C.; SANTINI, F. J.; PASINATO, A. M. The effect of stage of harvest on the processes of digestion in cattle fed winter oats indoors. 1. Digestion of organic matter, neutral detergent fibre, and water-soluble carbohydrates. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, Netherlands, v.47, p.201-211, 1994.
- ELLIS, W.C. et al. Methodology for estimating digestion and passage Kinetics of forage. In: FAHEY Jr., G.C. MOSER, L.E., MERTENS, D.R. et al. In: NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY, EVALUATION, AND UTILIZATION. Madison: American Society of Agronomy/Crop Science Society of America, 1994. p. 682-756, Chapter 17.
- ERFLE, J. D., SAUER, F. D., MAHADEVAN, S. Effect of ammonia concentration on activity of enzymes of ammonia assimilation and on synthesis of amino acids by mixed rumen bacteria in continuous culture. **Journal of Dairy Science**, v.60, p.1064-1072, 1977.
- EUCLIDES, V. P. B.; ZIMMER, A. H.; VIEIRA, J. M. Equilíbrio na utilização de forragem sob pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE O ECOSISTEMA DE PASTAGENS. Jaboticabal, 29 a 31 agosto, 1989. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1989. p.271-313.

- FAICHNEY, G. J. The kinetics of particulate matter in the rumen. In: MILLINGAN, L.P; GROVUM, W.L.; DOBSON, A. Control of digestion and metabolism in ruminants. **International Symposium on Ruminant Physiology**, v.6, p.173-195, 1986.
- FAO – Federacion Agricultura Organization - 2005
- FERGUNSON, J. D.; CHALUPA, R. Symposium: interactions of nutrition and reproduction. **Journal of Dairy Science**, v.73, n.3, p.746-766, 1989.
- FERGUNSON, J. D. et al. Serum urea's nitrogen and conception rate: The esfulness of test information. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.3742-3746, 1993.
- FERGUSON, J. D. et al. Roundtable discussion: body condition of lactiation cows. **Agri-Practice**, Santa Barbara, USA, v.15, p.17-21, 1994.
- 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. 1991.
- FIRKINS, J. L. Effects of feeding nonforage fiber soucers on site of fiber. **Journal of Dairy Science**, Savoy, USA, v.80, n.7, p.1426-1437, 1997.
- FONSECA, L. F. L da; SANTOS, M. V. **A qualidade do leite e controle de mastite**. São Paulo: Lemos Editorial, 2000. 175 p.
- FULKERSON, W. J. Reproduction in dairy-cattle-effect of age, cow condition, production level, calving to first service interval and the male. **Animal Reproduction Science**, v.7, n.4, p.305-314, 1984.
- GARCIA-TRUJILLO, R. Potencial y utilización de los pastos tropicales para la producción de leche. In: INSTITUTO DE CIÊNCIA ANIMAL, La Habana Los pastos em Cuba. La Habana: Instituto de Ciência Animal, 1982. p.247-299. Tomo 2.
- GARCIA-BOJALIL, C. M. et al. Protein degradability and calcium salts of long-chain fatty acids in the diets of lactating dairy cows: reproductive responses. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.1385-1395. 1998.
- GARNSWORTHY, P.C. The effect of energy rreserves at calving on performance of dairy cows. In: GARNSWORTH, P.G. **Nutrition and lactation in dairy cow**. Londres: Butterworths, 1988. 429p.
- GEARHART, M.A. et al. Relationships of changes in condition score to cow health in Holsteins. **Journal of Dairy Science**, v.73, p.1132-1142, 1990.
- GONZALÉZ, F. H. D. Composição bioquímica do leite e hormônios da lactação. In: GONZALÉZ, F. H. D.; DURR, J. W.; FONTANELI, R. S. **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: UFRGS, 2001. p. 5-22.
- GRANT, R. J.; COLENBRANDER, V. F.; MERTENS, D. R. Milk fat depression in dairy cows: role of silage particle size. **Journal of Dairy Science**, v.73, p.1834–1842, 1990.
- GRIINARI, J. M. et al. Trans-octadecenoic acids and milk fat depression in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.1251-1261, 1998.

- GROVUM, M. L.; WILLIAMS, V. J. Rate of passage of digesta 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. **British Journal of Nutrition**, v.30, n.2, p.313-329, 1973.
- HARMON, R. J.; TORRE, R. M. Cooper and zinc: do they influence mastitis? **Proceeding of 33 Annual National Mastitis Council**. Orlando, 1994, p.54.
- HEAD, H. H.; GULAY, M. S. Recentes avanços na nutrição de vacas no período de transição. In: SINLEITE, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001. p.121-137.
- HERRERE-SALDANÑA, R.; HUBER, J.T. Influence of varying protein and starch degradability on performance of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.72, p.1477.1989.
- HOBSON, P.N. (Ed.). **The rumen microbial ecosystem**. London ; New York: Elsevier Applied Science, 1988. 527p.
- HOFFMAN, K. et al. Quality evaluation and concentrate supplementation of rotational pasture grazed by lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.2651-2663, 1993.
- HOLDEN, L.A. et al. Ruminant digestion and duodenal nutrient flows in dairy cows consuming grass as pasture, hay, or silage. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.3034-3042, 1994.
- HOOVER, W. H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.5, p.2755-2766, 1986.
- HUBER, J. T.; CHEN, K. H. Protein quality in diets for high production dairy cows. In: SOUTHWEST NUTR. MANEGE. CONFERENCE, 1992, Scottsdale. **Proceedings...** Scottsdale: University of Arizona, 1992. p.73.
- HUBER, J.T.; SANTOS, F.A.P. The role of bypass protein in diets for high producing cows. In: SOUTHWEST NUTR. MANEGE. CONFERENCE, 1996, Phoenix. **Proceedings...** Phoenix: University of Arizona, 1996. p.55.
- HUNTINGON, G. B. Starch utilization by ruminants: from basics to bunk. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.852-867. 1997.
- HURLEY, W. L. Lactose synthesis. In: **Lactation biology**. Disponível em: <<http://classes.aces.uiuc.edu/AnSci308/lactosesynthesis.html>>. Acesso em: 11 mar. 2003.
- JENKINS, T. C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.3851-3863, 1993.
- 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. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.3283-3292, 1997.
- JONKER, J. S.; KOHN, R. A.; ERDMAN, R. A. Using urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.2681-2691, 1998.
- KELLAWAY, R.; PORTA, S. Feeding concentrates supplements for dairy cows. **Dairy Research and Development Corporation**, Melbourne, Australia, 1993.

- KENNELLY, J. J. The fatty acid composition of milk fat as influenced by feeding oilseeds. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.60, p.137-152, 1996.
- KING, K. J. et al. Influence of dietary protein sources on the amino acid profiles available for digestion and metabolism in lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.73, p.3208, 1990.
- KLUSMEYER, T. H.; CLARK, J. H.; CAMERON, M. R. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2304, 1992.
- KNOWLTON, K. F.; GLEN, B. P.; ERDAM, R. A. Performance, ruminal fermentation, and site of starch digestion in early lactation cows fed corn grain harvested and processed differently. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.972, 1998.
- KRAUSE, K. M.; COMBS, D. K. Effects of forage particle size, forage source, and grain ferment ability on performance and ruminal pH in mid lactation cows. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.1382-1397, 2003.
- KRAUSE, K. M., et al. Effects of forage particle size and grain ferment ability in mid lactation cows. I. Milk production and diet digestibility. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.1936-1946, 2002.
- LARANJA DA FONSECA, L. F.; SANTOS, M. V. **A qualidade do leite e controle de mastite**. São Paulo: Lemos Editorial, 2000. 175 p.
- LASCANO, C., QUIROZ, R. Metodología para estimar la dinámica de la digestión 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.
- LAGO, E. P. et al. Efeito da condição corporal ao parto sobre alguns parâmetros do metabolismo energético, produção de leite e incidência de doenças no pós-parto de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.30, n.5, p.1544-1549, 2001.
- LECHER-DOLL, M.; KASKE, M.; ENGERLHARDT, 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. **International Symposium on Ruminant Physiology**, v.7, p.455-482, 1991.
- LENG, R.A. Factors affecting the utilization of “poor quality” forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutritional Research Review**, v.3, n.2, p.277-303. 1990.
- LIRA, V. M. C. *et al.* 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., Viçosa, 2000. *Anais...* Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000.
- LOPES, F.C.F. **Taxa de passagem, digestibilidade *in situ*, consumo, composição química e disponibilidade de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schumack) pastejado por vacas mestiças Holandês x Zebu em lactação**. 2002. 222p. Tese (Doutorado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

- LUCY, M. C. et al. Ovarian follicular populations in lactating dairy cows treated with recombinant bovine somatotropin (Sometribove) or saline and fed diets differing in fat content and energy. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.1014, 1993.
- LUCY, M.C. et al. Energy in balance and size and number of ovarian follicles detected, by ultrasonography in early postpartum dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.473, 1991.
- MACKLE, T.R.; BRYANT, A.M.; PARR, C.R. Nitrogen fertilizer effects on milk yield and composition, pasture intake, nitrogen and energy partitioning, and rumen fermentation parameters of dairy cows in early lactation. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.39, p.341-356, 1996.
- MAMBRINI, M., PEYRAUD, J.L. Mean retention time in digestive tract and digestion of fresh perennial ryegrass by lactating dairy cows: Influence of grass maturity and comparison with a maize silage diet. **Reproduction Nutrition Development**, v.34, n.1, p.9-23, 1994.
- MARASCHIN, G.E. Manejo de “coast-cross”-1 sob pastejo. In: WORKSHOP SOBRE O POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *CYNODON*. **Anais...** Embrapa-CNPGL: Juiz de Fora, 1996. p.93-107.
- MATIS, J. H. Gamma time-dependency in Blaxter's compartmental model. **Biometrics**, Washington, DC, v.28, n.2, p.597-602, 1972.
- MATTOS, R. J.; et al. Effect of Menhaden fishmeal on uterine secretion of PGF-2 α , dry matter intake, milk yield, and milk composition. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.1, p.212, 2000.
- McALLAN, A.B.; SMITH, R.H. Factors influencing the digestion of dietary carbohydrates between the mouth and abomasum of steers. **British Journal of Nutrition**, v.50, p.445, 1983.
- McALLISTER, T. A. et al. Effects on ruminal microbial colonization on cereal grain digestion. **Canadian Journal of Animal Science**, v.70, p.571. 1990.
- McLEOD, M. N.; MINSON, D. J. Large particle breakdown by cattle eating ryegrass and alfafa. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.66, n.4, p.992-999, 1998.
- MERHERZ, A.Z.; ORSKOV, E. R.; McDONALD, I. Rates of n fermentation in relation to ammonia concentration. **British Journal of Nutrition**, v.3, p.337-443, 1977.
- MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1463-1481, 1997.
- MILFORD, R.; HAYDOCK, K.P. The nutritive value of protein in subtropical pasture species grown in South-East Queensland. **Australian Journal Experimental Agriculture Animal Husb.**, Melbourne. v. 16, n.1, p. 13-17. 1965.
- MINSON, D. J.; WILSON, J. R. Prediction of intake as an element of forage quality. In: FAHEY JR, G.C. **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.533-563.
- MINSON, D. J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990. 483p.
- MITIDIERI, J. **Manual de gramíneas e leguminosas para pastos tropicais**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1992. 198p.

- MOULD, F.L.; ORSKOV, E. R. Manipulation of rumen fenid pH and influence on cellulose in sacco, dry matter degradation and the rumen microflora of sheep offered either hay or concentrate. **Animal Feed Science and Technology**, v.10, n.1, p.1-14, 1984.
- NEBEL, L. R.; MCGILLIARD, M. L. Interaction of high yields and reproductive performance in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.10, p.3257-3268, 1993.
- NOCEK, J. S.; TAMMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3598, 1991.
- 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. National Research Council – Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6th ed. Washington: Natl. Acad. Sci., 1989.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL – **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th rev. ed. Washington, DC: Natl. Acad. Sc., 2001. 408p.
- 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, R. L. **Cinética digestiva em novilhos submetidos a dietas com diferentes níveis de cama de frango e de suplemento à base de microbiota ruminal**. 1998. 69p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- ORSKOV, E. R.; RYLE, M. **Energy nutrition in ruminants**. London: Elsevier, 1990. 149p. (Elsevier applied science)
- OWENS, F. N; GOETSCH. Ruminant Fermentation. In: CHURCH, D.C. **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. New Jersey: Prentice Hall. 1988, p.145-216.
- OWENS, F. N.; ZINN, R. A.; KIM, Y. K. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1634-1648, 1986.
- OWENS, F. N.; ZINN, R. Protein metabolism of ruminant animals. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. New Jersey: Prentice Hall, 1988. p. 227-249.
- PALMQUIST, D.L.; BEAULIEU, A.D.; BARBANO, D. M. Feed and animal factors influencing milk fat composition. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.1753-1771, 1993.
- PANTOJA, J. et al. Effects of fat saturation and source of fiber on site of nutrient digestion and milk production by lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.2341. 1994.
- PATTON, R.A. et al. Body condition scoring: a management. **Dairy guide**, p.6, 1988.
- PEYRAUD, J. L.; ASTIGARRAGA, L.; FAVERDIN, P. Digestion of fresh perennial ryegrass fertilized at two levels of nitrogen by lactating dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, Netherlands, v.64, p.155-171, 1997.

- PEYRAUD, J. L.; DELABY, L. Ideal concentrate feeds for grazing dairy cows responses to supplementation in interaction with grazing management and grass quality. **Recent Advances in Animal Nutrition**, 2001. p.203.
- 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.
- POLAN, C. E. Protein and amino acid for lactating cows. In: VAN-HORN, H.H.; WILCOX, C. J. **Large dairy herd management**. Champaign: American Dairy Science Association, 1992. p.826.
- POND, K. R. et al. Compartment model for estimating attributes of digest flow in cattle. **British Journal of Nutrition**, v.60, n.3, p.571-595, 1988.
- POND, K. R, et al. Passage of chromin-mordent and rare earth-labeled fiber: time of dosing kinetics. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.67, n.4, p.1020-1028, 1989.
- POPPI, D. P. et al. The validity of the critical size theory for particles leaving the rumen. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.94, n.2, p.275-280, 1980.
- POPPI, D. P.; MINSON, D. J.; TERNOUT, J. H. Studies of cattle and sheep eating leaf and stem fractions of grasses. I. The voluntary intake digestibility and retention time in the reticulo-rumen. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.32, n.2, p.99-108, 1981.
- QUIROZ, R. A.; POND, K.R., TOLLEY, E.A. et al. Selection among nonlinear models for rate of passage studies in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.66, n.11, p.2977-2986, 1988.
- RANDEL, R. D. Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. **Journal of Dairy Science**, v.68, p.853-862, 1990.
- 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. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.2888-2898, 2002.
- REIS, R. B.; ANTUNES, R. C. Alimentação de vacas de alta produção. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 2., 1999, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, Escola de Veterinária, 1999. p.99-115.
- RODRIGUEZ, N. M. Importância da degradabilidade da proteína no rúmen para a formulação de rações para ruminantes. **Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG**, v.1, p.27-45, 1986.
- ROSETER, D. K. et al. Dietary protein degradability effect on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.2, p.525-534, 1993.
- RUEGG, P. L. et al. Relation among body condition score, serum urea nitrogen and cholesterol concentrations, and reproductive performance in high-producing Holsteins dairy cows in early lactation. **American Journal of Veterinary Research**, v.53, p.312-325, 1992.
- RUSSEL, J. B., et al. Net Carbohydrate and Protein System for evaluating cattle diets. I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, p.3551-3561, 1992.

- RUSSEL, J. B.; ONODERA, R.; HINO, T. Ruminal 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.
- SAN-EMÉRITO, F. **Effect of grinding and moisture level of corn grain on performance of lactation dairy cows**. 1998. 180f. These (Ph.D.) - University of Wisconsin, Madison, 1988.
- SANTOS, F.A.P. **Effect of grinding and moisture level of corn grain on performance of lactation dairy cows**. Thesis (PhD) – University of Arizona, Tucson, 1996.
- SANTOS, F. A. P. et al. Effects of rumen-undegradable protein on dairy cow performance: A 12-year literature revise. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.3182-3213, 1998.
- SANTOS, G. T.; CAVALIERI, F. L. B. ; MODESTO, E. C. Recentes avanços em nitrogênio não protéico na nutrição de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOCULTURA DE LEITE: NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO. Lavras, 2001. **Anais...** Lavras: UFLA – FAEPE, 2001. 298p.
- SATTER, L. D. ; ROFFLER, R. E. Nitrogen requeriment and utilization in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.58, n.8, p.1219-1237, 1975.
- 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, 1999.
- SCHWAB, C. G. Optimizing amino acid nutrition yields of milk and milk protein. In: Southwest Nutr. Manage. **Proceedings...** Phoenix: Univ. Arizona, 1994. p.114.
- SCHWAB, C.G. et al. Amino acid limitation and flow to duodenum at four stages of lactation. 1. Sequence of lysine and methionine limitation. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.3486, 1992.
- SCHWAB, C.G. et al. Amino acid limitation and flow to duodenum at four stages of lactation. 2. Extent of lysine limitation. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.3503, 1992.
- SHAVER, R. D.;SATTER, L .D.; JORGENSEN, N.A. Impact of forage fiber content on digestion and digesta passage in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.6, p1556-1565, 1988.
- SHORT, R.E.; ADAMS, D.C. Nutritional and hormonal interrelationship in beef cattle reproduction. **Canadian Journal of Animal Science**, v.68, p.39-39, 1988.
- SHRIVER, B. J. et al. Fermentation of a high concentrate diet as affected by ruminal pH and digesta flow. **Journal of Dairy Science**, v.69, p.413, 1986.
- SILVA, J. F. C. da. Proteína na nutrição de ruminantes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v.16, n.175, p.9-15, 1992.
- SILVA, J. F. COELHO da. ; LEÃO, M. I. **Fundamentos da nutrição de ruminantes**. Piracicaba, SP: Livroceres, 1979.384p.

- SNIFFEN, C. J. et al. a net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- SOARES, J. P. G. et al. Estimativas do consumo e da taxa de passagem do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schu.), sob pastejo de vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.30, n.6, Supl., p.2183-2191, 2001.
- SONG, M. K. ; KENNELLY, J. J. Ruminal fermentation pattern, bacterial population and ruminal degradation of feed ingredients as influence pattern, bacterial population and degradation of feed ingredients influence by ruminal ammonia concentration. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.68, n.4, p.1110-1120, 1990.
- STAPLES, C. R.; THATCHER, W.W. & MATTOS, R. Estratégias de suplementação de gordura em dietas de vacas em lactação. In: SINLEITE, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001. p.179-198.
- 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 Scandnavian. Sect. A. Animal Science**, v. 48, n.3, p. 141-154, 1998.
- STOCKDALE, C. R. Levels of pasture substitution when concentrates are fed to grazing dairy cows in northern Victoria. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.40, n.7, p.913-921, 2000.
- TAMMINGA, S. et al. Rumen ingesta kinetics of cell wall components in dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v.25, n.1-2, 1989.
- TEIXEIRA, J. C.; OLIVEIRA, A. I. G. de; BARCELOS, A. F. Performance de vacas leiteiras em lactação alimentadas com diferentes fontes de proteína. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28, João Pessoa, 1991. **Anais...** Viçosa: SBZ, p.290, 1991.
- TEIXEIRA, N.M.; FREITAS, A.F.; BARRA, R.B. Influência de fatores de meio ambiente na variação mensal da composição e contagem de células somáticas do leite em rebanhos do Estado de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n.4, 2003. Disponível em: <<http://www.abmvz.ufmg.br>>. Acesso em: 13 ago. 2005.
- TRONCO, V. M. **Manual para inspeção da qualidade do leite**. 2. ed. Santa Maria: Editora UFSM, 2003. 192p.
- UDEN, P.; COLLUCI, P, E.; VAN SOEST. P. J. Investigation of chromium cerium and cobalt as markers in digesta. Rate of passage studies. **Journal of Science of Food and Agriculture**, v. 31, n.3, p.625-632, 1980.
- UDEN, P.; VAN SOEST, P. J. Investigations of the “in situ” bag technique and a comparison of the fermentation in heifers, sheep, ponies and rabbits. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.58, n.1, p.213-221, 1984.
- ULLYATT, M.J. Plant fiber and regulation of digestion in the ruminant. In: WALLACE, G.; BELL, L. **Fiber in human and animal nutrition**. Wellington: Royal Society of N. Zealand, 1983. p.103-107.
- ULLYATT, M. J. A. et al. Contribution of chewing during eating and rumination as the clearance of digesta from the rumino-reticulum. In: MILLIGAN, L. P; GOVUM, W. L.; DOBSON, A. Control of digestion and metabolism in ruminants.

- INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON RUMINANT PHYSIOLOGY, 6., 1984, Canada. **Proceedings...** Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1986.p.498-515.
- VALADARES FILHO, S. C. Utilização da técnica *in situ* para avaliação de alimentos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES, 1994, Maringá. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. p.267-339.
- VALADARES FILHO, S. C. Eficiência de síntese de proteína microbiana, degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta em bovinos. In: PEREIRA, J.C. (Ed.) SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES. Viçosa, MG, 1995.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2nd ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and no starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VAN VUUREN, A .M.; VAN deer KOELEN, J.; VROONS-DE BRUIN, J. Influence of the level and composition of concentrate supplements on rumen fermentation patterns of grazing dairy cows. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, v.34, p.457-467, 1986.
- VAN VUUREN, A. M. et al. Protein digestion and intestinal amino acids in dairy cows fed fresh *Lolium perenne* with different nitrogen contents. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2215-2225, 1992.
- VARGAS, O. L. Como deve ser produzido e transportado o leite para consumo humano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GADO DE LEITE, 2., Piracicaba, 1996: FEALQ, 1996. p.169-244.
- VILELA, D.; ALVIM, M. J. Manejo de pastagens do gênero *Cynodon*: introdução, caracterização e evolução do uso no Brasil. In: MANEJO DE PASTAGENS DE TIFTON, COAST-CROSS E ESTRELA, 1998. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998, p.23-54.
- VILELA, D.; ALVIM, M. J. Produção de leite em pastagem de *Cynodon Dactylon*, (L.) PERS, C.V. "COAST-CROSS". In: WORKSHOP SOBRE O POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *CYNODON*. **Anais...**, 1996. p.77-91.
- VILELA, D. et al. Produção de leite de vacas holandesas em confinamento ou em pastagem de coast-cross. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 25, n. 6, p.1228-1244, 1996.
- VILLELA, S.D.J.; VALADARES-FILHO, S.C.; COELHO-DA-SILVA, J.F. et al. Carvão de algodão para vacas leiteiras. 2. Efeito da digestão total e parcial dos nutrientes, taxa de passagem da digesta ruminal e degradação da matéria seca e proteína bruta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.26, n.1, p.186-194, 1997.
- VIRTANEM, A.I.. Milk production of cows on protein-free feeds. **Science**, Washington, DC, v.53, p.1603, 1966.
- 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. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.8, p.1656-1665, 1997.

- WILDMAN, E. E. et al. A dairy cow body condition scoring system and its relationship to select production characteristics. **Journal of Dairy Science**, v.65, p.495-501, 1982.
- WILSON, J. R.; HATTERSLEY, P.W. "In vitro" digestion of bund cells in rumen fluid and its relation to the suberized lamella photosynthetic type in Pannicum species. **Grass and For. Sci.**, v.38, p.223, 1983.
- WORRELL. M.A. et al. Effect of harvest date of meadow hay quality. I. Nutritional attributes, voluntary intake and rate of passage in growing cattle. **Journal of Animal Science.**, v.63, n.5, p.1527-1537, 1986.

IV – Desempenho de Vacas da Raça Holandesa Manejadas em Lotação Intermitente em Pastagem de Coastcross com Diferentes Suplementação de Concentrado

RESUMO. Foram utilizadas 36 vacas da raça Holandesa com período médio de lactação de 221 ± 112 dias, em um delineamento com parcelas sub-subdivididas, em pastejo de Coastcross fertilizada, com o objetivo de avaliar diferentes quantidades de suplementação (3 e 6 kg) de concentrado com alto teor de energia (soja integral tostada) e seu efeito sobre o desempenho animal. As vacas que receberam a suplementação de três (SU1) e seis (SU2) quilos de concentrado e ingeriram em média 13,4 e 14,6 kg de MS da dieta, apresentando percentagens de nutrientes na MS da dieta 13,6% e 15,2% de proteína bruta (PB), 2,6% e 3,2% de extrato etéreo (EE) e fibra em detergente neutro (FDN) de 64,0% e 59,0%, nutrientes digestíveis totais (NDT) 51,7 e 66,0 respectivamente. O Coastcross manejado em pastejo intermitente no período de verão, com lotação de cinco unidade animal (UA)/ha. apresentou em média 11,7% de PB; 70,2% de FDN; 35,2% de fibra em detergente ácido (FDA) e 63,7% de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS). A maior ingestão de matéria seca (MS) e nutrientes da dieta, destacando de lipídeos insaturados proveniente da soja integral tostada, por vacas da raça Holandesa em pastejo de Coastcross no verão, não afetou ($P > 0,05$) a eficiência alimentar, a produção de leite, teores de proteína, gordura, lactose e sólidos totais do leite. O escore da condição corporal (ECC) e a contagem de células somáticas (CCS) aumentaram ($P < 0,05$) com a maior suplementação de concentrado (SU2).

Palavras-chave: Coastcross, composição do leite, produção animal, produção de leite a pasto, produção de ruminantes, suplementação

IV – Performance of Holland Cows Managed in Intermittent Stocking of Coastcross Pastures With Different Supplementations of Concentrate

ABSTRACT. It was used 36 lactating cows of the Holland of the 221±112 lactation days, race in a design of subdivided lots, in Coastcross fertilized forage, with the purpose of evaluating different amounts (three and six kg) of high-energy concentrate supplementation (toasted whole soy) and its effect on the animals' performance. The cows receiving the supplementation of three (SU1) and six (SU2) kg of concentrate ingested on average 13.4 and 14.6 kg of dry matter (MS) of the diet, showing nutrient percentages in the dry matter of the diet of 13.6% and 15.2% raw protein (PB), 2.6% and 3.2% ethereal extract (EE) and fiber in neutral detergent (FDN) of 64.0% and 59.0%, nutrients all digestion (NDT) 51,7% and 66,0% respectively. The Coastcross handled in intermittent foraging during summer, with lots of five animal units (UA)/ha had on average 11.7% raw protein (PB), 70.2% fiber in neutral detergent (FDN), 35.23% fiber in acid detergent (FDA) and 63.75% of digestibility “in vitro” of dry matter (DIVMS). The greater ingestion of dry matter (MS) and nutrients of the diet, with special emphasis to the unsaturated fats from the toasted whole soy, by Holland cows in Coastcross forages in summer, did not affect ($P>0.05$) alimentary efficiency, milk production, fat, lactose and total solids of the milk. The score of body condition (ECC) and the counting of somatic cells (CCS) increased ($P<0.05$) with the greater concentrate supplementation (SU2).

Keywords: Coastcross, milk composition, animal production, grass dairy production, ruminants production, supplementation

Introdução

Com aproximadamente 80% do território concentrado na faixa tropical, o Brasil apresenta inquestionável aptidão para produção de leite em sistemas baseados em pastagens. As gramíneas predominantes no país são do tipo C₄, com características de alta eficiência fotossintética e elevada taxa de crescimento. As forrageiras do gênero *Cynodon* cv. Coastcross apresentam alta produção de matéria seca e bom valor nutritivo, que podem proporcionar alta taxa de lotação e produção de leite por hectare. Segundo Silva & Pedreira (1999), a necessidade de se obter ou manter uma produção de leite estável e um determinado ganho de peso é fator determinante da demanda por alimento dentro de um sistema de produção. Em alguns casos, em sistemas de produção a pasto, faz-se necessário o uso de complementos alimentares para que seja mantido o desempenho animal em níveis aceitáveis (Reis et al., 1999), principalmente quando se trabalha com animais de alta produção. A quantidade e a qualidade do volumoso e do concentrado consumido pelos animais influenciam não só na produção, mas também na composição do leite.

Os componentes do leite podem ser alterados pelos fatores genéticos e não-genético. Antes de se realizarem análises genéticas dos componentes e contagem de células do leite, é conveniente que se conheçam a influência e a importância de fatores não-genéticos, dentre eles o manejo nutricional. A alimentação é um fator que influencia a composição do leite, portanto, a análise dos componentes do leite é uma importante ferramenta na avaliação nutricional da dieta, que pode revelar informações sobre a eficiência de utilização dos nutrientes e sobre a saúde animal. São dados que auxiliam no melhor balanceamento da dieta, e resulta em melhor desempenho ou redução de custos.

A mastite (clínica e subclínica) é um dos principais fatores que interfere na qualidade do leite. A contagem de células somáticas em leite normal, produzido por animais sadios, é geralmente inferior a 3×10^5 CCS/mL de leite. Qualquer aumento nesse valor indica condição anormal do úbere (Laranja da Fonseca & Santos, 2000). Para Brito & Brito (1998), esse valor varia de 5×10^4 a 1×10^5 CCS/mL de leite. Segundo esses mesmos autores, contagens acima de $2,5 \times 10^5$ CCS/mL de leite permitem assegurar, com 80% de certeza, a presença de infecção na glândula mamária.

A condição corporal da vaca influencia a produtividade, a reprodução, a saúde e a longevidade dos animais. Exemplificando: vacas muito gordas são mais susceptíveis a problemas metabólicos, infecções e partos distócicos, o que reflete na produção de leite (Garnsworthy, 1988; Gearhart et al., 1990; Ruegg et al., 1992; Fergusson et al., 1994).

Vacas muito magras, freqüentemente, apresentam menor produção e concentração de gordura no leite, devido à pequena reserva de energia e proteína (Fergusson et al., 1994). A severidade do balanço negativo, no início da lactação, pode influenciar o desempenho reprodutivo, em especial, a concepção. Portanto, o ECC pode consistir em excelente ferramenta para o manejo reprodutivo (Edmonson et al., 1989; Nebel & McGilliard, 1993).

O objetivo deste estudo foi avaliar a produção e a composição do leite, o peso e a condição corporal de vacas da raça Holandesa com estágio médio lactacional no terço final de lactação, em pastejo intermitente de *Cynodon dactylon* cv. Coastercross, recebendo 3 e 6 kg de concentrado/dia.

Material e Métodos

Local, época e condições climáticas

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, com invernos secos e frios. O período experimental foi de 15 de janeiro a 23 de março de 2003.

Os dados de temperatura, umidade relativa do ar, insolação e precipitação, observados durante o período experimental, encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios da Temperatura média (°C), umidade relativa do ar (UR), insolação e da precipitação pluviométrica (mm³), por um período de dez dias e mensal, durante o período experimental

Table 1. Mean values of average temperature (oC), relative humidity (UR), insolation and pluviometric index (mm³), for a ten-day and a monthly-period, during the experimental period

Data <i>Date</i>	Temperatura °C <i>Temperature oC</i>					UR % <i>RH %</i>			Insol. <i>Insol.</i>	Precipitação <i>Pluviometric index</i>	
	9h	15h	21h	Máx.	Min.	9h	15h	21h	h	mm ³ / 10dias	mm ³ / mês
										<i>mm³/ 10days</i>	<i>mm³/ month</i>
10/01/03	25,3	28,8	23	30,6	20,5	82	70	92	36,4	75,6	
20/01/03	24,3	27,7	22,8	29,3	20,3	84	73	94	33,4	177,7	
31/01/03	25,1	29,7	23,3	30,7	20,5	81	59	89	59,3	98,1	351,4
10/02/03	25,9	31,3	23,1	32,1	19	74	51	84	114,1	4,4	
20/02/03	25,9	30,8	22,2	32,3	18,6	75	52	87	82,6	112,4	
28/02/03	26,6	32,1	22,8	33,3	19,1	71	47	85	92,9	0	116,8
10/03/03	25,5	31,5	23,2	32,6	18,8	75	50	81	78,3	16,4	
20/03/03	23,9	28,2	22,8	29,7	20,5	86	66	90	37,4	227	
31/03/03	23,4	27,5	21,9	28,5	18,8	80	62	87	60,3	25,1	268,5
Média	25,1	29,73	22,78	31,01	19,56	78,66	58,88	87,6	66,0	8,18	245,5

Fonte: Estação meteorológica de CECAP- Embrapa Gado de Leite.

Source: Meteorologic Station of the CECP – Embrapa Dairy Cow

UR = umidade relativa; Insol = insolação; Máx = Máxima; Min = Mínima.

RH = relative humidity; Insol = insolation; max – maximum; min = minimum.

Área experimental

Utilizou-se uma área de pastagem exclusiva de forragem *Cynodon dactylon* L. Pers. cv. Coastcross, dividida em quatro blocos de piquetes, sendo cada bloco, composto por 40 piquetes, com área unitária de 435 m², pastejado por um período de aproximadamente 12 horas, apresentando intervalo de descanso de 19 dias e mantiveram uma taxa de lotação de 5 UA/há que obtém em média uma altura da forragem de 42 cm na entrada dos animais e de 19 cm após o pastejo. A área é formada por Latossolo Vermelho-Amarelo, e recebeu adubação anual composta de 200 kg de Nitrogênio (N/ha), 80 kg de fósforo (P₂O₅/ha) e 160 kg de potássio por hectare (K₂O/ha) distribuídos em seis aplicações com intervalo de dois meses realizadas a lanço, no dia seguinte ao pastejo que obteve adubação no mês de dezembro de 2002, véspera do período experimental e no mês de fevereiro de 2003 dentro do período experimental. A adubação foi realizada de acordo com a análise de solo (Anexo A) e orientações proposta por Vilela & Alvin (1998).

Estudo do desempenho produtivo

Foram utilizadas trinta e seis vacas da raça Holandesa, pura de origem (PO) ou pura por cruza (PC), com período médio de lactação de 221±112 dias, com diferentes idades, partos, estádios de lactação e peso vivo.

Os animais foram mantidos em lotação intermitente de *Cynodon dactylon* L Pers cv. Coastcross com diferentes suplementações de concentrado, sal mineral e água *ad libitum*. Utilizaram-se dois tratamentos: primeiro:(SU1) momento que cada vaca

recebeu uma suplementação de três quilos (3 kg em MN) de concentrado/dia estando estas, com o período médio de lactação de 207 ± 107 dias e o segundo: (SU2) quando cada vaca recebeu seis quilos (6 kg em MN) de concentrado/dia e com período médio de lactação 233 ± 119 dias. O concentrado foi dividido duas vezes ao dia, sendo a metade fornecida na ordenha da manhã (7 horas) e a outra metade na ordenha da tarde (15 horas). A composição química do concentrado encontra-se na Tabela 2. Cada tratamento teve duas repetições, referindo-se aos dois blocos, que totalizam 18 animais por tratamento.

Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição média nutricional das dietas experimentais

Table 2. Proportion of the ingredients and mean nutritional composition of the experimental diets

Ingredientes (Kg da MS) <i>Ingredients (kg of MS)</i>	Tratamentos <i>Treatments</i>	
	3 kg / Conc (SU1)	6 kg / Conc (SU2)
Coastcross (Kg da MS / ha)	6725	6040
<i>Coastcross (kg of MS/ha)</i>	0,935	1,869
Soja integral tostada	1,655	3,34
<i>Toated whole soy</i>	0,0534	0,106
Milho moido	0,026	0,053
<i>Grounded corn</i>		
Sal mineral*		
<i>Mineral salt</i>		
Calcário calcítico		
<i>Calcitic calcarea</i>		
Composição	Coastcross	Concentrado
<i>Composition</i>	<i>Coastcross</i>	<i>Concentrate</i>
MS (%)	23,77	88,91
PB (% da MS) (<i>% of MS</i>)	11,72	21,24
EE (% da MS) (<i>% of MS</i>)	1,89	5,52
FDN (% da MS) (<i>% of MS</i>)	70,24	39,44
FDA (% da MS) (<i>% of MS</i>)	35,03	---
DIVMS (% da MS) (<i>% of MS</i>)	63,75	---
Cinzas (% da MS) <i>Ashes(% of MS)</i>		5,39
MS)		85,87
NDT (%)		

MS (%) = Matéria seca; PB (% da MS) = percentagem de proteína bruta na matéria seca; EE (% da MS)= percentagem de extrato etéreo na matéria seca; FDN (% da MS)= percentagem de fibra em detergente neutro na matéria seca; FDA (% da MS)= percentagem fibra em detergente ácido na matéria seca; DIVMS (% da MS)= percentagem da digestibilidade “in vitro” na matéria seca; Cinzas (% da MS)= percentagem de cinzas na matéria seca; NDT (%)= percentagem de nutrientes digestíveis totais.

MS (%) = dry matter; PB (% of MS) = percentage of raw protein in dry matter; EE (% of MS) = percentage of etheral extract in dry matter; FDN (% of MS) = percentage of fiber in neutral detergent in dry matter; FDA (% of MS) = percentage of fiber in acid detergent in dry matter; DIVMS (% of MS) = percentage of in vitro digestibility in dry matter; ashes (% of MS) = percentage of ashes in dry matter; NDT (%) = percentage of total digestible nutrients.

* Composição do sal mineral = Cálcio 90 g, fósforo 70 g, magnésio 80 g, cobre 700 mg, zinco 5400mg, cobalto 50 g, iodo 180 g, selênio 40 mg, enxofre 20 g, sódio 200 g, manganês 500 mg.

*Composition of the mineral salt = calcium 90 g, phosphorus 70 g, magnesium 80 g, copper 700 mg, zinc 5400 mg, cobalt 50 g, iodine 180 g, selenium 40 mg, sulfúfur 20 g, sodium 200 g, manganese 500 mg.

Para a amostragem da dieta selecionada, destinada à análise bromatológica e determinar a produção de matéria seca (MS), realizaram-se cortes da forragem a 15 cm do solo, em uma área útil de 1,0 m². Após a coleta, o material foi pesado e retiradas subamostras de cada unidade experimental.

As amostras coletadas, em cada bloco de piquetes no respectivo período experimental, foram identificadas, embaladas em sacos plásticos e armazenadas à temperatura de -10°C. Após o término dos períodos experimentais, essas amostras foram pré-secadas em estufa de ventilação forçada (65°C), durante 72h, moídas em moinho de facas tipo *Willey* (peneira com perfurações de 1 mm), e analisadas quanto aos teores de matéria seca (MS) a 105°C por 72 horas e de proteína bruta (PB), pelo método Kjeldahl (Silva, 1998). As análises para fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas segundo Van Soest et al. (1991).

Para as análises da composição do leite, foram coletadas amostras individuais mensais, em recipiente com Bronopol[®] (2-bromo-2-nitropropano-1,3-diol) como conservante, durante o período experimental, de todas as vacas, seguindo-se os tratamentos e repetição, sendo avaliadas no Laboratório da Qualidade do Leite, Embrapa – CNPGL, em Juiz de Fora - MG. Amostras de leite foram analisadas para: proteína, lactose, gordura, estrato seco total (EST) e contagem de células somáticas (CCS). Finalmente, avaliou-se mensalmente a produção diária de leite, escore da

condição corporal, segundo Edmonson et al. (1989) e peso vivo das vacas. Trabalhou-se com o leite corrigido com o valor de gordura para 4% utilizando a seguinte equação:

$$\text{CGL 4\%} = (0,4 + 0,15 \times \text{percentagem da gordura do leite}) \times \text{kg de leite.}$$

O efeito da substituição da parte de consumo de MS do pasto pela MS do concentrado foi calculado pela subtração do valor de MS do pasto consumido pelos animais que receberam a SU1, do valor de MS do pasto consumido pelos animais da SU2, dividido por 2,67, que é a diferença entre os níveis de suplementação de concentrado em MS.

Análise Estatística

O estudo da produção diária de leite, condição corporal e peso vivo das vacas, seguiram delineamento inteiramente casualizado em esquema de parcela sub-subdividida. Na parcela, estavam os tratamentos (SU1 e SU2), na subparcela estavam as repetições ou os blocos (1, 2, 3 e 4), enquanto na sub-subparcela estavam as 3 fases do período experimental (janeiro, fevereiro e março).

As médias geradas pelo estudo de produção diária de leite, constituintes do leite, condição corporal e peso vivo das vacas foram ajustadas no seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = m + T_i + e_{ij} + P_k + TP_{ik} + d_{ijk} + f_{ijkl}, \text{ em que:}$$

Y_{ijkl} = observação na vaca l , no período k , no sistema j e no tratamento i ;

m = média geral;

T_i = efeito do tratamento i ;

e_{ij} = resíduo a (da parcela), ou efeito do sistema j dentro do tratamento i ;

P_k = efeito do período k ;

TP_{ik} = efeito da interação do tratamento i com o período k ;

d_{ijk} = resíduo b (da subparcela), ou efeito da interação do tratamento i com o sistema j e com o período k ;

f_{ijkl} = resíduo c (da sub-subparcela);

Os dados médios foram testados através do procedimento GLM, utilizando-se o pacote estatístico SAS (1996).

Resultados e Discussões

Composição bromatológica da forragem ofertada aos animais experimentais

A gramínea apresentou em média 11,7% de proteína bruta (PB); 70,2% de fibra em detergente neutro (FDN); 35,2% de FDA e 63,7% de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS). Os valores da composição química dos nutrientes da forrageira *Cynodon dactylon* L. Pers. cv. Coastcross, avaliados sob as condições experimentais, foram semelhantes aos encontrados na literatura (Santos et al., 2000, Cecato et al., 2001, Gonçalves et al., 2001).

Tabela 3. Composição química de Coastcross em matéria seca (MS) de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), obtidas em cada período experimental.

Table 3. *Chemical composition of the Coastcross in dry matter (MS), raw protein (PB), fiber in neutral detergent (FDN), fiber in acid detergent (FDA) and in vitro digestibility of the dry matter (DIVMS), obtained in each experimental period*

AMOSTRA <i>Sample</i>	PB %	FDN %	FDA %	DIVMS %
Período 1 <i>Period 1</i>				
S ₁₁	12,01	72,33	35,36	67,95
S ₁₂	12,29	71,36	33,28	66,49
S ₂₁	12,59	72,18	37,67	63,76
S ₂₂	14,13	71,83	33,06	65,44
Média <i>Mean</i>	12,75	71,92	34,84	65,91
Período 2 <i>Period 2</i>				
S ₁₁	10,04	71,65	---	62,49
S ₁₂	10,14	74,36	36,49	60,99
S ₂₁	13,38	72,30	36,39	61,05
S ₂₂	13,32	71,89	35,41	66,10
Média <i>Mean</i>	11,72	72,55	36,09	62,65
Período 3 <i>Period 3</i>				
S ₁₁	10,68	68,04	34,44	61,20
S ₁₂	10,75	67,62	34,58	61,35
S ₂₁	9,23	67,18	38,11	67,55
S ₂₂	7,73	70,33	40,63	61,48
Média <i>Mean</i>	9,59	68,29	36,94	62,89
Período 4 <i>Period 4</i>				
S ₁₁	16,74	67,02	31,21	66,05
S ₁₂	13,98	70,22	32,65	62,36
S ₂₁	10,39	69,15	33,28	63,72
S ₂₂	10,31	66,54	35,18	62,21
Média <i>Mean</i>	12,85	68,23	33,08	63,58
Média Geral <i>Global Mean</i>	11,72	70,24	35,23	63,75

Fonte: Laboratório de Análise de Alimentos-LAA, EMBRAPA-Gado de Leite, Juiz de Fora, MG.2003

Source: Laboratory of Food Analysis – LAA, EMBRAPA – dairy cow, Juiz de Fora, MG, 2003.

S₁₁ = Tratamento 1 e Repetição 1; Valor médio do Estrato etéreo = 1,89 % MS. Obteve-se uma MS média de 23,77%.

S₁₁ = Treatment 1 and Repetition 1; mean value of the ethereal extract = 1.89% MS. A mean MS of 23.77% was obtained.

Desempenho produtivo dos animais experimentais

A composição da dieta, seu consumo e outros fatores influenciam o desempenho animal, sendo necessário ser avaliados. Os valores médios de consumo de matéria seca e nutrientes apresentam-se na Tabela 4.

Tabela 4. Valores médios de consumo de matéria seca e nutrientes
 Table 4. Mean values of dry matter and nutrient consumption

Consumo(kg/dia) <i>Consumption (kg/day)</i>	Tratamentos* <i>Treatments</i>	
	SU1	SU2
MS total (kg) <i>total MS</i>	13,36	14,58
Concentrado <i>Concentrate</i>	2,67	5,34
Volumoso(pasto) <i>Volume (forage)</i>	10,69	9,24
Vol:Con	80:20	63:37
% PV	2,53	2,61
PB total (kg) <i>total PB</i>	1,819	2,216
Concentrado <i>Concentrate</i>	0,566	1,133
Volumoso <i>Volume (forage)</i>	1,253	1,083
% PB da dieta <i>%PB of the diet</i>	13,60	15,20
EE total (kg) <i>total EE</i>	0,349	0,468
Concentrado <i>Concentrate</i>	0,147	0,294
Volumoso <i>Volume (forage)</i>	0,202	0,174
% da dieta <i>% of the diet</i>	2,61	3,20
FDN total (kg) <i>total FDN</i>	8,561	8,596
Concentrado <i>Concentrate</i>	1,053	2,106
Volumoso <i>Volume (forage)</i>	7,508	6,490
% da dieta <i>% of the diet</i>	64,00	59,00
Efeito substituição (kg) <i>Substitution effect (kg)</i>		0,54

* Efeito substituição da MS da pastagem foi calculado sobre a diferença entre as suplementações.

* *Substitution effect of the MS of the forage was calculated on the difference between the supplementations*

Conforme o NRC (2001), vacas da raça Holandesa em lactação com produção diária entre 15 a 20 kg de leite e com peso vivo médio de 550 Kg, espera-se o consumo diário de MS de 15,5 a 19,7 kg. Fica evidente, portanto, que a produção de leite obtida neste estudo foi limitada pelo consumo de MS.

O peso vivo (PV) dos animais experimentais não foi afetado ($P < 0,05$) pelos tratamentos. As médias do peso vivo dos animais que receberam as diferentes suplementações durante os períodos experimentais encontram-se na tabela 5 e ressalta-se que numericamente os valores são discrepantes, portanto, os animais da SU1 necessitariam ingerir a mais 1,0 kg de NDT/dia, ganhando 0,400 kg/PV/dia, durante setenta e cinco dias, que totalizaram 75 kg de NDT para ajustar ao peso médio dos

animais da SU2. Para obter o total de 75 kg de NDT será necessário 87,34 kg do concentrado utilizado neste experimento.

Tabela 5. Valores médios de peso vivo e escore da condição corporal durante os períodos experimentais

Table 5. *Mean values of live weight and score of body condition during the experimental periods*

Variáveis <i>variables</i>	Tratamentos* <i>treatments</i>		P = F
	SU1	SU2	
Peso vivo (kg) <i>live weight</i>	528±83 ^a	558±86 ^a	0,12
ECC	2,61±0,04 ^a	2,76±0,04 ^b	0,03

Peso vivo (kg)=Peso vivo em quilo e seu desvio padrão; ECC: Escore da condição corporal; P=F Probabilidade de haver efeito significativo dentre as dietas experimentais.* - médias na linha seguida da mesma letra minúscula não diferem estatisticamente ($P>0,05$).

Live weight (kg) = live weight in kg and its standard deviation; ECC = score of the body condition; P=F probability of a significant effect between the experimental diets.

O escore da condição corporal foi influenciado pelo tratamento ($P<0,05$), portanto, os animais da SU1, que ingeriram a menos 2,67kg MS de concentrado/dia, mesmo tendo um consumo superior em relação ao tratamento SU2 de 1,45 kg na MS de forragem, obteve uma ingestão diária de nutrientes, dentre estes, 0,394 kg de PB, proporcionado assim menor deposição de tecido corpóreo, e conseqüente menor escore. A edição mais recente do NRC (2001) relata que é necessário aproximadamente 421 Mcal de energia metabólica (EM) para obter um ganho de uma unidade no ECC, sendo necessário 135,89 kg (1 kg de concentrado=3,098 Mcal) do concentrado utilizado neste experimento. Wildman et al. (1982) recomendam o escore apresentados pelos animais nos tratamentos, somente para a fase inicial de lactação sendo necessário após o segundo mês, escore superior e Vilela et al. (2004) observaram que, quando as vacas receberam maior suplementação e conseqüente maior ECC, apresentaram o primeiro estro (Identificação visual) 25 dias antes em média do grupo teste, que diferencia significativamente ($P < 0,05$).

Maixner et al. (2004) obtiveram produção média de leite de 20,7 L/dia em vacas da raça Holandesa somente a pasto com a oferta de 3% de MS de lâmina verde de *Cynodon* sp, em relação ao peso vivo. Esta produção foi superior ao encontrado neste experimento, porém, a oferta da forrageira foi menor, mas obteve uma maior lotação/ha.

Conforme os resultados médios apresentados na Tabela 6 para a produção e composição do leite (gordura, proteína, lactose, sólidos totais), a produção total de leite durante o período experimental que compreende os meses de janeiro, fevereiro, março não foi afetada ($P < 0,05$) pelas diferentes suplementações. As médias mensais de produção acumulada de leite e seu respectivo erro-padrão foram: $466,89 \pm 48,47$ kg (SU1) e $488,27 \pm 49,72$ kg (SU2). A média geral de produção de leite foi de 474,51 kg/mês e apresentou um coeficiente de variação (CV) de 34,61%.

Tabela 6. Valores médios de produção, composição do leite e eficiência alimentar
Table 6. *Mean values of production, milk composition and alimentary efficiency*

Variáveis variables	Tratamentos* treatments			
	SU1	SU2	CV %	P = F
PL total (Kg/dia) ¹ total PL	466,89±48,47	488,27±49,72	34,61	0,60
Média/vaca (Kg/dia) mean/cow	15,56	16,27		
(kg/day)	14,39	14,68		
corrigido (Kg/dia) ² corrected	3,50±0,03	3,35±0,03	12,52	0,149
(kg/day)	0,544	0,545		
Gordura (%) fat(%)				
Kg/dia (kg/day)				
Proteína (%) protein (%)	2,97±0,12	3,16±0,12	13,55	0,053
Kg/dia kg/day	0,462	0,514		
Lactose (%) lactose (%)	4,36±0,08	4,31±0,08	5,32	0,35
Kg/dia kg/day	0,678	0,701		
Sólidos totais(%) total solids (%)	11,75±0,16	11,73±0,15	5,64	0,90
Kg/dia kg/day	1,828	1,908		
CCS/mL	4,45±2,37x10 ^{5b}	8,43±2,29x10 ^{5a}	106,29	0,02
Eficiência alimentar ³ alimentary efficiency	0,92	0,90		

1 Produção de leite; 2 Produção de leite corrigido para 4,0% de gordura; CCS= contagem de células somáticas; 3 Eficiência alimentar = kg leite corrigido a 4% / kg MS consumida; CV= coeficiente de variação; P=F Probabilidade de haver efeito significativo dentre as dietas experimentais.* - médias na linha seguida de letras minúsculas diferentes diferem estatisticamente ($P < 0,05$).

1 milk production; 2 milk production corrected for 4.0% fat; CCS = count of somatic cells; 3 alimentary efficiency = kg of milk corrected a 4% / kg MS consumed; CV = variation coefficient; P=F probability of a significant effect between the experimental diets. * - means on a line followed by different lower-case letters differ statistically ($P < 0.05$)

Vilela et al. (2003) conduziram um experimento com período experimental entre os meses de junho de 2000 a julho de 2002, em que 36 vacas, pastejando gramíneas do gênero *Cynodon* sp., foram suplementadas com 3,0 ou 6,0 kg de concentrado/dia e no período de inverno, suplementadas também com silagem de milho e as pastagens irrigadas. Estando as vacas ao final de lactação, os autores observaram produções diárias de leite de 14,4 kg e 17,2 kg para vacas suplementadas com 3,0 e 6,0 kg de concentrado/dia, respectivamente. Os dados obtidos neste experimento com vacas com período médio de lactação de 207 ± 107 dias, as que receberam a SU1 e 233 ± 119 dias a SU2, realizado no período de verão e tendo somente a pastagem como volumoso, obtiveram a produção diária de leite 15,56 kg para o grupo com 3,0 kg de concentrado (SU1) e 16,27 kg leite para o grupo com 6,0 kg de concentrado/ (SU2). Estes valores foram próximos aos obtidos por aqueles autores, ressaltando menor diferença de produção de leite dos animais que receberam seus respectivos tratamentos.

A maior suplementação para os animais (SU2) proporcionou aumento na ingestão de 0,397 kg de PB/dia, suficiente segundo NRC (2001) para uma produção de 5 kg de leite com 4% de gordura, que difere dos 0,710 kg de leite encontrados entre SU1 e SU2. Tal fato pode ser justificado que a maior ingestão de concentrado (SU2) proporcionou uma redução na ingestão de forragem, assim um efeito substitutivo na MS e ingredientes da forragem da dieta total, e que a maior quantidade ingerida de nutrientes pode ter sido utilizada para maior dissipação de calor ou termorregulação pelo organismo animal, visto que as temperaturas do ambiente, nos períodos experimentais, apresentaram valores altos (Tabela 1). Estes foram relatados por Shearer e Beede (1990) que durante períodos de alta temperatura ambiente apresentaram reduções de 10 a 25% na produção de leite e Barbosa et al. (2004) destacam a importância, para a produção,

do uso de ventiladores, aspersores e sombra para auxiliar a termorregulação dos animais que podem ser recomendados sob certos critérios técnicos e econômicos.

Esta menor produção de leite pelas vacas que receberam a SU2 foi influenciada também pelo estágio de lactação ou dias médio em lactação que se encontravam, sendo de 233 ± 119 dias, superior aos das vacas que receberam a SU1 que foi de 207 ± 107 dias.

Os baixos valores encontrados para proteína e gordura do leite neste experimento, comparados com dados de literatura, podem ter sido influenciado pelo baixo ECC. Fergusson et al. (1994) relataram que freqüentemente vacas muito magras apresentam menor produção e menor concentração de gordura no leite.

Não foi observado efeito ($P < 0,05$) da quantidade de concentrado fornecido sobre a composição química do leite, mas influenciou a CCS/mL.

Efeitos semelhantes foram obtidos por Vilela et al. (2003), ou seja, o fornecimento de 3,0 ou 6,0 kg de concentrado para vacas em pastejo de gramíneas do gênero *Cynodon* sp não afetaram os parâmetros de qualidade de leite. Os valores médios encontrados pelos autores para o teor de gordura, proteína, lactose e sólidos totais foram, respectivamente, para os tratamentos com 3,0 e 6,0 kg de concentrado/vaca/dia: 3,77 e 3,66%, 3,01 e 3,20%, 4,39 e 4,37% e 12,08 e 12,16%. Comparando os valores médios obtidos, neste experimento, em relação aos obtidos por Vilela et al. (2003), observam-se menores valores médios, neste experimento, para os parâmetros da gordura (3,50 e 3,35%), proteína (2,97 e 3,16%) e sólidos totais (11,75 e 11,73%). Por outro lado, o teor de lactose, no leite, foi semelhante entre os experimentos (valores médios: 4,33% neste experimento e 4,38% nos experimentos de Vilela et al. 2003), que destaca a lactose, o constituinte do leite, que menos tem interferência da dieta do animal.

O Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA (Brasil, 2002) recomenda valores de proteínas acima de 2,9%. Portanto, a

média de proteína do leite oriundo dos dois tratamentos (3 ou 6 kg de concentrado) atende à exigência mencionada. Com o consumo maior de 0,397 kg de PB pelos animais da SU2, sendo que do total, 0,567 Kg veio adicionada pela maior ingestão do concentrado, esta alta % de PDR (soja tostada) não proporcionou diferença para a % de proteína no leite e para a produção diária de proteína. Pastagens com forrageiras temperadas proporcionam um alto % de PDR (> 70%), que dificulta a avaliação do efeito da PDR sobre a produção e composição do leite de vacas a pasto (Bargo et al., 2003). Tal observação fica inconsistente a ser levantada neste experimento por não ter avaliado esta fração protéica do Coastcross.

Embora não tenha sido observada diferença para o teor de gordura do leite, com o aumento da ingestão de concentrado, houve tendência de decréscimo para esta variável. O decréscimo na concentração da gordura do leite muitas vezes está associado ao aumento na suplementação de concentrados energéticos e ao fornecimento de fontes de amido de rápida fermentação ruminal. As respostas a este tipo de alimentação, geralmente, estão relacionadas às mudanças na proporção acetato/propionato no rúmen, ou mais especificamente, a uma redução relativa na disponibilidade de precursores lipogênicos em relação aos glicogênicos.

Agenas et al. (2002), trabalhando com uma suplementação de 7,1 kg MS/dia, em que um tratamento apresentou 7% de óleo de soja no concentrado, obtiveram uma depleção na % de gordura do leite (4,53 para 3,58%), que não compromete a produção e a percentagem de proteína. Bargo et al. (2003), em revisão bibliográfica, relatam as inconsistências de dados para a veracidade do efeito da suplementação de gordura (gordura vegetal, animal e inerte) na produção de leite de vacas em pastejo, visto que as forragens têm maior perfil de ácidos graxos insaturados em sua composição. Neste trabalho, observa-se um valor baixo na % de gordura do leite, portanto, os animais que receberam maior suplementação (SU2) receberam uma dieta que contém 3,2% de gordura na MS, contribuindo, portanto, numa maior ingestão de 0,147 kg de gordura

oriunda do óleo de soja, e tal acréscimo não influenciou o teor de gordura no leite das vacas experimentais ($P>0,05$).

De acordo com o artigo 476 do RIISPOA, considera-se leite normal o produto que apresenta, entre outros, teor mínimo de gordura de 3,0%. O leite produzido neste estudo atende perfeitamente tal exigência, pois manteve valor médio de 3,35% pelas vacas do SU2 as quais apresentaram menor percentagem.

Os teores de sólidos totais, com valor médio de 11,75 e 11,73%, estão de acordo com as exigências do RIISPOA que determinam um mínimo para esta variável de 11,5%, assim como o teor médio de sólidos não-gordurosos (8,4%), obtidos subtraindo-se o teor de gordura do leite do teor de sólidos totais, o que também atende à Instrução Normativa - IN nº 51 do Mapa, que entrou em vigor janeiro de 2006, para as regiões sul, sudeste e centro-oeste do país.

A contagem de células somáticas ($\times 10^5$ células/mL) foi: SU1 = $4,459 \pm 2,37$ células; SU2 = $8,432 \pm 2,29$ células. O tratamento exerceu efeito ($P<0,05$) sobre os valores de contagem de células somáticas no leite.

Considerando estes valores, pode-se afirmar que o leite produzido no presente estudo, para ambos os níveis de concentrado (3 ou 6 kg de concentrado), ficou acima do nível máximo de 3×10^5 CCS/mL de leite estabelecido na literatura nacional. Contudo, os valores atendem os níveis máximos estabelecidos pela Instrução Normativa nº 51 (IN/51), de 1×10^6 CCS/mL de leite. Apesar das citações, o Brasil ainda não dispõe de norma regulamentar oficial neste sentido. O pouco que existe são iniciativas de empresas privadas em programas de incentivo à qualidade do leite restrito ao universo de seus fornecedores. Essa situação poderá se modificar em função da entrada em vigor das novas Normas de Lácteos, prevista anteriormente para 2001, mas postergada para janeiro de 2006, na forma da IN/51. Neste caso, o Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade dos Leites tipo "A e B" determina um máximo de 6×10^5 CCS/mL, enquanto o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Leite Cru Refrigerado amplia esse limite para 1×10^6

CCS/mL. Nesse sentido, o leite produzido na presente pesquisa, com valor médio de $8,43 \times 10^5$ CCS/mL para o tratamento que apresentou o maior valor, satisfaz a esta última condição, indicando um produto de qualidade aceitável para consumo.

Os resultados das análises do leite obtidos, neste estudo, estão na faixa de valores recomendados pelo regulamento de Inspeção Industrial de Produtos de Origem Animal, que indicam que o leite de vacas da raça Holandesa mantidas em pastagem de Coastcross, recebendo 3 ou 6 kg de concentrado/dia, não teve as características alteradas, sendo, portanto, considerado adequado e na legislação, podendo ser utilizado pela indústria de laticínios para consumo. Contudo, os procedimentos experimentais e as condições ambientais, no período experimental, proporcionaram leite com os valores dos seus constituintes relativamente baixos, que não obtém vantagens econômicas em situações que este leite for vendido para laticínio que utiliza os teores dos constituintes do leite como forma de pagamento.

O teor de lactose ocorre pouca alteração (Fredeen, 1996), fato também observado no presente estudo. Dos três principais componentes do leite (proteína, gordura e lactose), a lactose foi a que sofreu menor alteração em função dos tratamentos, com diferença de 0,05 unidade percentual, que mantém percentagem superior em ambos os tratamentos atendendo as exigências do RIISPOA, mínima de 4,3%.

Conclusões

A maior ingestão de matéria seca (MS) e nutriente da dieta, destacando-se lipídeos proveniente da soja integral tostada, por vacas da raça Holandesa com estágio lactacional médio no terço final, em pastejo de Coastcross no verão, suplementadas com seis quilos de concentrado, não influenciam na produção, composição do leite e peso

vivo, mas afetou a condição de escore corporal dos animais quando comparado aos animais com menor suplementação de concentrado.

Literatura Citada

- AGENAS, S.; HOLTENIOUS, K.; GRIINARI, M.; BURSTEDT, E. Effects of turnout to pasture and dietary fat supplementation on milk fat composition and conjugated linoleic acid in dairy cows. **Acta Agricultural Scandinavian.**, v.52, p.25-33, 2002.
- BARBOSA, O.R.; BOZA, P.R.; SANTOS, G.T. *et al.* Efeitos da sombra e da aspersão de água na produção de leite de vacas da raça Holandesa durante o verão. **Acta Scientiarum.**, v.26, n.1, p.115-122, 2004.
- BARGO, F.; MULLER, L. D.; KOLVER, E. S. *et al.* Invited Review: Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. **Journal of Dairy Science**, Savoy, USA, v.86, p.1-42, 2003.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 51. **Regulamentos técnicos de produção, identidade, qualidade, coleta e transporte de leite.** Brasília, 2002. 24 p.
- BRITO, J. R. F.; BRITO, M. A. V. P. **A qualidade do leite.** Embrapa. Tortuga, 1998, p. 46-50.
- CECATO, U.; SANTOS, G. T.; MACHADO, M. A.; *et al.* Avaliação de cultivares do gênero *Cynodon* com e sem nitrogênio. **Acta Scientiarum**, v.23, n.4, p.781-788, 2001.
- EDMONSON, A. J.; LEAN, I. J.; WEAVER, L. D. *et al.* Abody scoring chat for Holsteins dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.72, p.68, 1989.
- FERGUSON, J. D. *et al.* Roundtable discussion: body condition of lactiation cows. **Agri-Practice**, v.15, p.17-21, 1994.
- FREDEEN, A. H. Considerations in the nutritional modification of milk composition. **Animal Feed Science and Technology**, v. 59, n.1-3, p.185-197, 1996.
- GARNSWORTHY, P. C. The effect of energy reserves at calving on performance of dairy cows. In: GARNSWORTHY, P.G. **Nutrition and lactation in dairy cow.**, 1988. 429p.
- GEARHART, M.A. *et al.* Relationships of changes in condition score to cow health in Holsteins. **Journal of Dairy Science**, v.73, p.1132-1142, 1990.
- GONÇALVES, G. D.; SANTOS, G. T.; CECATO, U. *et al.* Produção e valor nutritivo de gramíneas do gênero *Cynodon* em diferentes idades ao corte durante o ano. **Acta Scientiarum**, v.24, n. 4, p.1163-1174, 2001.
- LARANJA DA FONSECA, L. F.; SANTOS, M. V. **A qualidade do leite e controle de mastite.** Ed. Lemos Editorial, São Paulo, 175 p, 2000.
- MAIXNER. Avaliação de tifton 85 (" cynodon" sp. cv. tifton 85) e de capim elefante anão (" pennisetum purpureum" cv. mott) em sistemas de produção de leite a pasto:

- consumo de forragem e produção individual de leite. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2004. Campo Grande - CG. Campo Grande. **Anais...** : SBZ, 2004. CD-ROM.
- NEBEL, L.R.; MCGILLIARD, M.L. Interaction of high yields and reproductive performance in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.10, p.3257-3268, 1993.
- NRC - National Research Council – **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7th ed. Washington: Natl. Academic. Science., 2001. 408 p.
- REIS, R.B.; ANTUNES, R.C. Alimentação de vacas de alta produção. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 2., 1999, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Escola de Veterinária – UFMG, 1999. p.99-115.
- RUEGG, P. L. et al. Relation among body condition score, serum urea nitrogen and cholesterol concentrations, and reproductive performance in high-producing Holsteins dairy cows in early lactation. **American Journal of Veterinary Research**, v.53, p.312-325, 1992.
- SANTOS, G. T.; MACHADO, M. A; GONÇALVES, G. D. et al. Determinação da digestibilidade *in vitro* de gramíneas do gênero *Cynodon* com uso de diferentes metodologias. **Acta Scientiarum**, v.22, n.3, p.761-764, 2000.
- SILVA, D.J. Análise de Alimentos. Viçosa, UFV, Imprensa Universitária da UFV, 166p. 1998.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE (SAS). Statistical analysis systems user's guide: stat, version 6.11. Cary, NC: SAS Institute, 1996.
- SHEARER, J.K.; BEEDE, D.K. Thermoregulation and physiological response of dairy cattle in hot weather. **Agriculture-Practice**, v.11, n.4, p.5-18, 1990.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and no starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VILELA, D. et al. Efeito da suplementação concentrada na quantidade, qualidade e economia do leite produzido por vacas Holandesas em pastagem de *Cynodon*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003. Santa Maria-RS. **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003. CD-ROM.
- VILELA, D. et al. Efeito da suplementação concentrada no intervalo parto-primeiro cio detectado pelos métodos visual e da dosagem de progesterona em vacas holandesas manejadas em pastagem de *cynodon* em lotação rotacionada. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2004. Campo Grande. **Anais...** : SBZ, 2004. CD-ROM.
- WILDMAN, E. E. et al. A dairy cow body condition scoring system and its relationship to select production characteristics. **Journal of Dairy Science**, v.65, p.495-501, 1982.

V – Parâmetros da Fermentação Ruminal em Vacas da Raça Holandesa Suplementadas em Pastagem de *Cynodon* cv. Coastcross

RESUMO. Foram utilizadas quatro fêmeas da raça Holandesa em lactação, fistuladas no rúmen, mantidas em pastejo intermitente de Coastcross, distribuídas aleatoriamente junto aos quatro blocos do ensaio de desempenho animal e redistribuídas nos blocos após cada período experimental, mantendo uma lotação de cinco vacas por hectare. Parte dos animais recebeu uma suplementação de três (SU1) e outra seis (SU2) kg de concentrado com maior percentagem de gordura (soja integral tostada), objetivando-se avaliar sua influência no comportamento do pH, nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e ácidos graxos voláteis (AGV) do rúmen. A Coastcross manejado em pastejo intermitente no período de verão, com lotação de cinco unidade animal (UA)/ha, apresentou em média 11,7% de proteína bruta (PB); 70,2% de fibra em detergente neutro (FDN); 35,2% de FDA e 63,8% de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS). As diferentes quantidades de suplementação proporcionaram uma ingestão da dieta em média de 13,4 e 14,6 kg de MS, apresentando percentagens de nutrientes na MS da dieta de 13,6% e 15,2% de proteína bruta (PB), 2,6% e 3,2% de estrato etéreo (EE) e FDN de 64,0% e 59,0%, respectivamente. O aumento do concentrado, na dieta e seu fornecimento duas vezes ao dia com intervalos de oito horas, influenciou o pH ruminal, mas manteve valores que não comprometessem a atividade celulolítica dos microrganismos ruminais, conforme citados em literaturas. Os valores de N-NH₃ e AGV totais do líquido ruminal não sofreram alterações com as diferentes suplementações.

Palavras-chave: Coastcross, parâmetros ruminais, produção animal, produção de leite a pasto, produção de ruminantes, suplementação,

IV – Parameters of Rumen Fermentation in Holland Cows Supplemented in *Cynodon cv. Coastcross Forage*

ABSTRACT. It was used four lactating Holland cows, with surgical fistulae at the rumen, kept in intermittent Coastcross forage, randomly distributed at the four blocks of the essay and redistributed among the blocks after each experimental period, keeping lots of five cows per hectare. Some of the animals received a supplementation of three (SU1) or six (SU2) kg of concentrate having higher percentage of fat (toasted whole soy), aiming at evaluating its influence on pH behavior, ammonia nitrogen (N-NH₃) and volatile fatty acids (AGV) of the rumen. The Coastcross handled in intermittent foraging during summer, with lots of five animal units (UA)/ha had on average 11.7% raw protein (PB), 70.2% fiber in neutral detergent (FDN), 35.2% fiber in acid detergent (FDA) and 63.8% of digestibility “in vitro” of dry matter (DIVMS). The different amounts of supplementation provided a mean dietary ingestion of 13.6% and 14.6% of dry matter (MS), having nutrient percentages in the MS of the diet of 13.6% and 15.20% PB, 2.6% and 3.2 etheral extract (EE) and FDN of 64.0% and 59.0%, respectively. The increase of the concentrate in the diet and its supply twice a day at eight-hour intervals influenced the rumen pH, but kept values that did not compromise the cellulose-digesting activity of the rumen microorganisms, as cited in the literature. The values of N-NH₃ and total AGV of the rumen fluid did not change with the different supplementations.

Keywords: Coastcross, rumen parameters, animal production, grass dairy production, ruminants production, supplementation

Introdução

Em diversos países, a atividade leiteira encontra-se baseada em pastagens, principalmente em regiões onde a estação climática favoreça a produção de forragem durante a maior parte do ano. Todavia, mesmo nestas circunstâncias, faz-se necessário o uso de suplementos para manter a produção de leite durante o ano todo. A quantidade e qualidade da dieta consumida, o volumoso, a relação volumoso:concentrado e o manejo alimentar estão entre os fatores que influenciam o pH, concentração de N-NH₃ e AGVs do rúmen.

Os ruminantes adultos possuem complexa população microbiana, composta de bactérias, fungos e protozoários, distribuídos entre as fases sólida e líquida do conteúdo ruminal, formando segundo Czerkawski (1986), que forma compartimentos com suas respectivas populações interagidas bioquimicamente. A fermentação ruminal é o resultado de atividades fisiológicas e microbiológicas, que convertem os componentes dietéticos para os ruminantes. O estudo dos parâmetros ruminais, como o teor de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e o pH, permitem avaliar o padrão de fermentação das dietas no rúmen.

Mould & Orskov (1984) relataram que dietas formuladas para ruminantes com a presença de amido reduzem a digestão das fibras por vários eventos, que destaca preferência por estes carboidratos e reduz o pH ruminal e os microrganismos celulolítico. Uma moderada redução do pH, ao redor de 6,2, proporciona uma exacerbada depressão na digestão da fibra na presença do amido. Mas, uma severa redução do pH para valores abaixo de 6,0 deprime os microrganismos celulolíticos e limita severamente a digestão da fibra. Esta inicial redução da digestão da fibra não está relacionada com o pH, mas sim com o “efetivo carboidrato”. Em um pH de 5,8, a quantidade de micróbios associados a partículas de fibra fica reduzida por 43%

comparada com pH entre 6,2 a 7,0, e observa-se um decréscimo de 15% no total de microrganismos. A digestibilidade do FDN, em pH a 5,8, foi de 8,1% comparada com nível de 32% em pH mais alto (Shriver et al., 1986).

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).

Segundo Minson (1990), para que haja funcionamento do rúmen sem comprometimento das atividades microbiológicas básicas, há necessidade de ao menos 7% de proteína bruta (\approx 1% de N) na MS ruminal. O NRC (1989) recomenda que, para que sejam observados níveis aceitáveis de digestibilidade ruminal da MS, seja mantida uma concentração de amônia ruminal igual ou superior a 5 mg/dL.

A disponibilidade de N no rúmen, assim como de outros nutrientes, não deve ser limitante para a fermentação. O teor de $N-NH_3$ é consequência do equilíbrio entre sua produção e sua utilização pelos microrganismos, e esta última depende da quantidade de energia disponível (Borges, 1997). Portanto, as exigências nutricionais de N degradável no rúmen têm sido expressos em função da energia disponível, utilizando a relação de 32 g de N/kg matéria orgânica fermentável da dieta (ARC, 1980). Segundo Rodrigues (1986), existe um ponto de saturação dos sistemas enzimáticos das bactérias, a partir do qual há perda de N sob a forma de amônia.

O indicador da eficiência de utilização do N é a concentração de amônia ruminal (Satter & Roffler, 1975; Vieira et al., 1980), visto que, cerca de 60 a 80% do N incorporado pelos microrganismos advém dela. Hoover (1986) encontrou, em revisão

literária, a concentração de N-NH₃ ruminal, necessária para obter em conjunto, o máximo crescimento microbiano e a taxa de fermentação dos valores entre 7 a 76 mg/dL, e em resumo, que em dieta com valor maior que 6% de PB natural, observaram-se valores ótimos para o crescimento microbiano de 3,3 mg/dL, para digestão de nutrientes 8,0 mg/dL, crescimento microbiano e digestão de nutrientes associados 6,2 mg/dL e para o ótimo nível de N-NH₃ ruminal, para o crescimento e digestão 21,4 mg/dL.

Níveis de N disponível no rúmen, superiores aos considerados ótimos para máxima eficiência de síntese microbiana, têm efeitos positivos sobre o consumo e a fermentação ruminal, especialmente em dietas baseadas em forragens. Leng (1990) sugeriu valores de 10 mg de N-NH₃/100 mL de fluido ruminal para máxima fermentação de forragens de baixa qualidade, e para que não haja influência negativa sobre o consumo das mesmas, são necessários cerca de 20 mg de N-NH₃/100 mL de fluido ruminal.

A suplementação de concentrado energético tem um efeito consistente na fermentação ruminal e proporciona uma redução da concentração de N-NH₃. Bargo et al. (2003), em uma revisão literária, observaram redução significativa na concentração de N-NH₃, após a suplementação, em seis trabalhos e numericamente em três. A redução do N-NH₃ ruminal pode estar associada com a elevada captura de N-NH₃ da PB de alta degradabilidade ruminal do pasto (Van Vuuren et al., 1986; Jones-Endsley et al., 1997; Sayers, 1999; Bargo et al., 2002a; Reis & Combs, 2002).

A concentração do N-NH₃ ruminal eleva-se com suplementação com farelo de soja, comparada com dietas somente a pasto (Delagarde et al., 1997), também aumenta quando o concentrado passa de 15 para 23% de PB e sua suplementação de 6,3 kg

MS/dia (Bargo et al., 2001) e de 10 para 34% PB, com suplementação de 2,6 e 5,2 kg MS/dia (Sayers, 1999).

Os ácidos graxos voláteis (AGVs) 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 uma pequena parte dos carboidratos escapa à degradação no rúmen após serem ingeridos pelos animais (Coelho & Leão, 1979).

A proporção relativa dos diferentes AGVs produzidos varia amplamente, dependendo dos componentes químicos degradados e do pH ruminal. Maiores proporções de propionato são produzidos na degradação da hemicelulose, enquanto que com a degradação dos carboidratos solúveis da planta (amido e açúcares), o padrão de produção de AGVs é alto tanto em propionato, quanto em acetato e baixo em butirato. Em contrapartida, a degradação de amido de cereais produz alta concentração de propionato. A proporção molar típica dos AGVs, produzidos quando o animal alimenta-se basicamente de forragens, representa uma relação de 73:20:7 (acetato; propionato; butirato), comparado com 60:30:10 em misturas de concentrado e forragens, e somente com concentrado obteve uma relação 50:40:10 (Black, 1990). Milford & Minson (1965) relataram que a proporção de AGV varia também com o tipo de forragem oferecida e seu estágio de maturação.

Este estudo foi realizado com o objetivo de estudar a concentração de amônia, AGVs e o pH ruminal de vacas da raça Holandesa, em pastagem de *Cynodon cv. Coastcross* fertilizada, no verão, que recebem uma suplementação de 3 (SU1) e 6 kg (SU2) de concentrado/animal/dia.

Material e Métodos

Estudo dos parâmetros ruminais de fermentação

Conduziu-se um estudo para os parâmetros ruminais de fermentação com vacas em lactação mantidas em pastagens de Coastercross tendo como tratamento a suplementação com três (SU1) e seis (SU2) quilos de concentrado. Foram utilizadas quatro fêmeas da raça Holandesa (puro por cruza – PC) mantidas em pastagem de Coastercross, em lactação, fistuladas no rúmen, com cânulas de plastosol (borracha de silicone), de 10 cm de diâmetro interno (Bar Diamond[®], Inc., Parma, Idaho, USA). Estas quatro vacas foram aleatoriamente distribuídas junto aos quatro blocos do ensaio de produção animal (uma vaca por bloco), mantendo uma lotação fixa total, de cinco vacas por hectare ao longo de todo o período experimental (janeiro a março).

As vacas foram suplementadas com três e seis quilos de concentrado/dia, que diferenciam os tratamentos. Esta suplementação foi dividida em partes iguais no momento da ordenha da manhã (07h00min) e a da tarde (15h00min). Os ingredientes e a composição química da dieta encontram-se na Tabela 2.

Este estudo foi dividido em quatro períodos experimentais, com duração de 17 dias, sendo 16 dias para adaptação dos animais às dietas e um dia para avaliação dos parâmetros ruminais. Após cada período, as quatro vacas portadoras de fistulas ruminais foram redistribuídas, sendo que cada animal participou de todos os tratamentos e repetições.

Para o desenvolvimento das análises estatísticas, foi feita uma associação do tratamento e da repetição, referente ao bloco. Desta associação, foi gerada uma nova variável denominada de sistema (S), dividida em quatro: S₁₁ (Tratamento 1 e Repetição/Bloco 1), S₁₂, S₂₁ e S₂₂.

Parâmetros avaliados

O líquido ruminal utilizado para as determinações de pH, nitrogênio amoniacal e AGVs foi coletado manualmente, através da cânula ruminal em diferentes tempos de coletas de líquido ruminal (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 24 horas), filtrado em gaze, sendo realizada a medição imediata do pH (potenciômetro digital HANNA[®]), e extraída uma alíquota de 5 mL acondicionada e armazenada a -10°C, para posterior análise de nitrogênio amoniacal e AGVs. As análises de AGVs foram realizadas pela metodologia de cromatografia gasosa com o uso de coluna de capilar (Agilent Technologies – 6890N). O acondicionamento das amostras do nitrogênio amoniacal foi realizado em tubos de ensaio (10mL), onde se adicionaram quatro gotas de ácido sulfúrico (50%) e para AGVs também em tubos de ensaio (10 mL), com 1 mL de ácido metafosfórico (25%).

O nitrogênio amoniacal (N-NH₃) foi determinado pela destilação de 5 mL de líquido ruminal, em 2,5 g de hidróxido de sódio, utilizando-se ácido bórico como solução receptora e ácido clorídrico 0,01 N na titulação.

As análises de AGV foram realizadas com modificações da Técnica descrita por Wilson (1971), utilizando um Cromatógrafo gasoso modelo CG Agilent 6890N, software CG Chemstation e uma coluna capilar de Polietileno glicol de 30 m comprimento x 0,25 mm diâmetro interno. As condições empregadas no processo de separação cromatográfica foram: temperaturas: 250 °C para o injetor Split, 100-185°C rampa de aquecimento com incremento de 15°C/min para a coluna, 300 °C detetor FID; vazão dos gases: 1,5 mL/min.(H₂ gás de arraste), sistema de detecção:350mL/min (ar sintético) e 30 mL/min (H₂), N₂ 25 mL/min (gás saver).O volume injetado foi de 0,1µL para as amostra e padrões. O procedimento de quantificação fundamentou no processo

em que amostras de calibração e amostras desconhecidas são analisadas sob as mesmas condições. O resultado da amostra desconhecida é comparado com o da amostra padrão.

Os dados médios foram testados através do procedimento GLM, utilizando-se o pacote estatístico SAS (1996).

Resultados e Discussões

Os efeitos dos diferentes níveis de suplementação sobre os parâmetros ruminais pH, N-NH₃ e AGVs em seus respectivos tempos de coleta encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Efeito dos tratamentos sobre os parâmetros ruminais. Valores médios encontrados de pH, N- NH₃ e AGV nos tempos de coleta

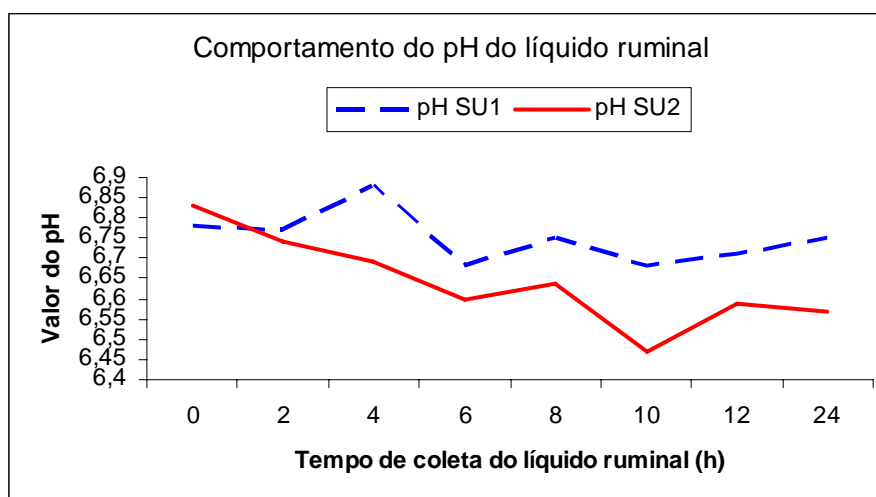
Table 1. Effect of the treatments on the ruminal parameters. Mean values of pH, N-NH₃, and AGV found at the collection times

Tempo (h) Time (hr)	Variáveis Variables								
	pH			N-NH ₃ (mg/dL)			AGV Total (mMolar/mL) Total AGV		
	Tratamentos* Treatments								
	SU1	SU2	P = F	SU1	SU2	P = F	SU1	SU2	P = F
0	6,78±0,05	6,83±0,05		6,52±0,72	8,15±0,72		44,35±10,33	48,30±10,33	
2	6,77±0,05	6,74±0,05		9,60±0,72	10,86±0,72		41,16±10,33	57,38±10,33	
4	6,88±0,05	6,69±0,05		9,41±0,72	9,41±0,72		44,83±10,33	57,26±10,33	
6	6,68±0,05	6,60±0,05		7,65±0,72	6,73±0,72		44,92±10,33	32,49±10,33	
8	6,75±0,05	6,64±0,05		7,00±0,72	6,18±0,72		72,78±10,33	35,39±10,33	
10	6,68±0,05	6,47±0,05		8,40±0,72	8,30±0,72		50,90±10,33	41,48±10,33	
12	6,71±0,05	6,59±0,05		8,86±0,72	8,93±0,72		48,81±10,33	28,56±10,33	
24	6,75±0,05	6,57±0,05		6,19±0,72	7,20±0,72		94,60±10,33	52,12±10,33	
Média	6,75±0,05 ^a	6,64±0,05 ^b	0,0001	7,95±0,72	8,22±0,72	0,5	55,29±4,80	44,12±4,66	0,9
AGV mMolar/mL									
Acetato Acetate							41,15±4,04	33,41±3,93	0,9
Propionato propionate							8,95±0,71	6,65±0,69	0,7
Butirato butyrate							5,18±0,23	4,05±0,22	0,9
AGV (% do AGV T) AGV (% of T-AGV)							75	76	
Acetato (A) acetate							16	15	
Propionato (P) propionate							9	9	
Butirato (B) butyrate							4,6	5,0	
Acet/Prop									

P=F Probabilidade de haver efeito significativo dentre as dietas experimentais,* - médias na linha seguida da mesma letra minúscula não diferem estatisticamente ($P>0,05$). N-NH₃ – nitrogênio amoniacal; AGV – ácidos graxos voláteis; SU1 – suplementação um em kg de concentrado; SU2 – suplementação dois em kg de concentrado.

*P=F probability of a significant effect among the experimental diets; * - means on a line followed the samen lower-case letter do not differ statistically ($P>0.05$). N-NH₃ – ammonia nitrogen; AGV – volatile fatty acids; SU1 – supplementation number one in kg of concentrate; SU2 – supplementation number two in kg of concentrate.*

A maior suplementação de concentrado proporcionou um menor valor médio do pH ruminal ($P<0,05$), que obteve os valores de 6,75 e 6,64 para a suplementação de 3 kg e 6 kg de concentrado. O comportamento dos valores de pH ruminal dos animais suplementados apresentou semelhante, sendo observada uma queda após o fornecimento do concentrado.



Legenda: Valores apresentados em azul correspondem à média dos valores obtidos no respectivo tempo (h) de coleta da SU1, e apresentados em vermelho SU2. *Values presented in blue correspond to the mean of the values obtained on the respective collection time (hr) of the SU1, and those in red are for SU2.*

Figura 1. Valores do pH encontrados no líquido ruminal de vacas leiteiras submetidas a pastejo de Coastcross e suplementação de três quilos de concentrado por dia (SU1) ou seis quilos por dia (SU2), sendo o fornecimento dividido em duas vezes ao dia.

Figure 1 – pH values found in the ruminal fluid of dairy cows subjected to Coastcross forage and supplementation of three kg of concentrate per day (SU1) or six kg per day (SU2), the supply being made twice a day.

Os valores médios de pH, em cada tratamento e nos diferentes tempos de coletas, foram superiores ao valor sugerido por Mould & Orskov (1984) de 6,2, para que não

haja efeito depressivo do pH sobre a digestão da fibra alimentar e interferência na população microbiana. O intervalo de oito horas, entre os fornecimentos de concentrado, permitiu uma reestruturação dos mecanismos tamponantes do rúmen, que eleva o pH após uma queda, observada após ingestão do concentrado, segundo relatado por Benedetti (1994). Observa-se concomitantemente que o nível de adubação de 200 kg de N/ha em pastagem de Coastcross, utilizada neste experimento, pode ter contribuído com os valores altos de pH, equivalentes aos de Mackle et al. (1996), quando eles aumentaram de 25 para 125 kg N/ha na adubação das pastagens.

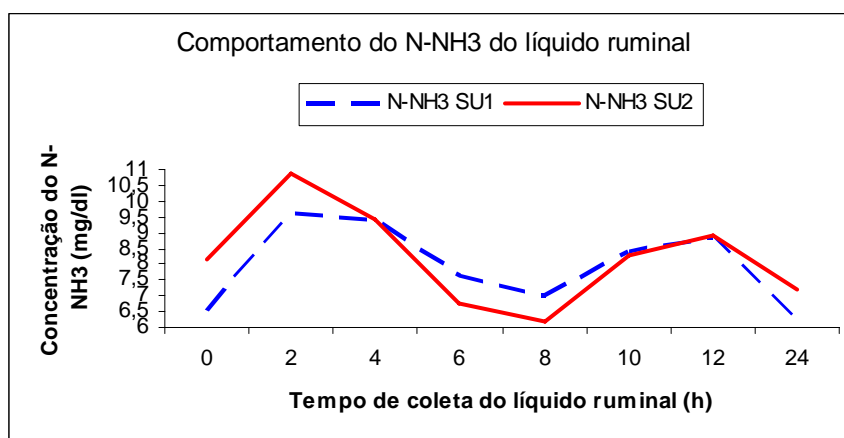
Segundo trabalho de Bargo et al. (2002), a redução significativa ($P < 0,05$), no valor de pH ruminal de vacas a pasto e suplementada, foi obtida somente quando ocorreu a suplementação com oito quilos de concentrado na MS por vaca/dia, sendo este superior aos 5,34 kg MS/dia consumidos no tratamento com maior suplementação (SU2). A participação de 64% de FDN na dieta da SU1 e 59% na da SU2 possibilitou valores superiores a 6,2 para o pH. Granzin & Dryden (2002), trabalhando com uma percentagem de 47% de FDN, na dieta em MS, obtiveram pH de 6,13. Tal fato ressalta a relação do FDN com pH ruminal.

Não se observou diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos para os valores de N-NH₃. Os valores médios observados, nos tratamentos para 3 e 6 kg, foram de 7,9 e 8,22 mg/dL. Para o período e o tempo de coleta houve diferença significativa.

As concentrações de N-NH₃ diferiram entre os tratamentos duas horas do fornecimento do concentrado na primeira ordenha ($P < 0,05$). Esse aumento está relacionado com a maior ingestão de PB, sendo no SU1 13,6 % de PB na MS da dieta, que inclui suplementação de concentrado de 2,6 kg MS/dia e SU2 com 15,2 % de PB na MS da dieta, tendo uma suplementação de 5,34 kg MS/dia e uma maior degradabilidade da proteína contida no suplemento. Dados semelhantes foram relatados por Delagarde et

al. (1997) ao compararem suplementação com farelo de soja e dietas exclusivas a pasto e por Bargo et al. (2001), que fornece dietas concentradas com 15 e 23% de PB, suplementadas com 6,3 Kg MS/dia.

As menores concentrações de N-NH₃ no líquido ruminal, em relação ao tempo de coleta observada na Figura 1, pode estar associada à: 1) utilização deste nitrogênio (NH₃) para a síntese de proteína e 2) subsequente absorção ruminal.



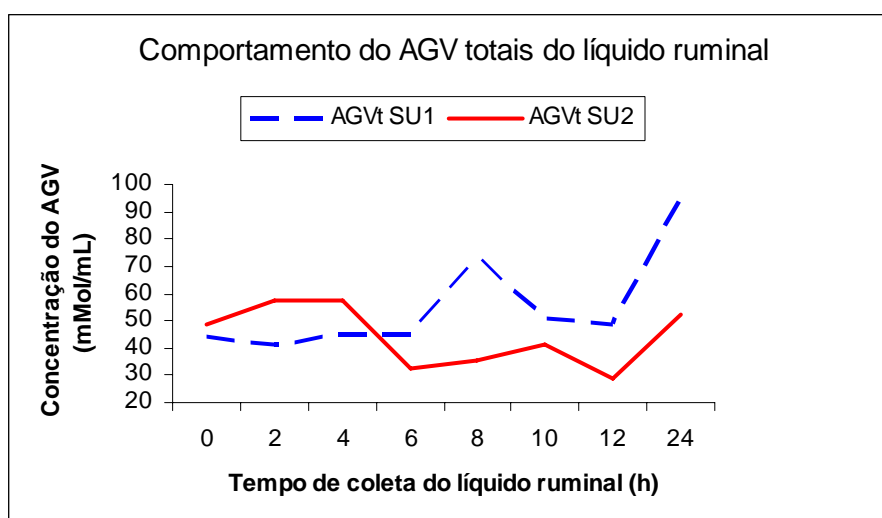
Legenda: Valores apresentados em azul correspondem à média dos valores obtidos no respectivo tempo (h) de coleta da SU1, e apresentados em vermelho SU2. Values presented in blue correspond to the mean of the values obtained on the respective collection time (hr) of the SU1, and those in red are for SU2.

Figura 2. Valores do N-NH₃ encontrados no líquido ruminal de vacas leiteiras submetidas a pastejo de Coastcross e suplementação de três quilos de concentrado por dia (SU1) e seis quilos por dia (SU2).

Figure 2 – N-NH₃ values found in the ruminal fluid of dairy cows subjected to Coastcross forage and supplementation of three kg of concentrate per day (SU1) or six kg per day (SU2).

Neste experimento foram avaliadas vacas da raça Holandesa em pastagem adubadas de Coastcross, com PB média de 11,72% na MS e suplementadas com concentrado, obtendo-se dietas com níveis de 13,6 e 15,2% de PB na MS e mantiveram valores médio de N-NH₃ no rúmen de 7,95 e 8,22 mg/dL, sendo que estes valores, segundo Hoover (1985), são concentrações que proporcionam crescimento microbiano e digestão de nutrientes associados, portanto, pouco inferior ao do sugerido por Leng (1990), que foi de 10 mg/dL, para a máxima fermentação de forragens de baixa qualidade.

A concentração média de AGVt, em mMol/mL do líquido ruminal dos animais experimentais, apresentou-se semelhante entre os tratamentos. Os valores obtidos na SU2 para ácido acético, propiônico, butírico e AGVt foram inferiores aos encontrados por Alvarez et al. (2001) quando trabalharam com uma quantidade de suplementação próxima, chegando a 90,6, 49,5, 24,3 e 12,2 mMol/mL para AGVt, acetato, propionato e butirato. Tal diferença pode estar relacionada à utilização de forrageira temperada (*Avena sativa*), sendo esta de maior digestibilidade e valor nutricional, logo, as concentrações de AGVs destes experimentos foram próximas às encontradas por Soares et al. (2002) quando forneceram, na dieta, aos animais experimentais, capim-elefante e suplementadas com dois ou quatro quilos de concentrados, sendo 59,1, 38,7, 13,9 e 6,4 mMol/mL para AGVt, acetato, propionato e butirato.



Legenda: Valores apresentados em azul correspondem à média dos valores obtidos no respectivo tempo (h) de coleta da SU1, e apresentados em vermelho SU2. Values presented in blue correspond to the mean of the values obtained on the respective collection time (hr) of the SU1, and those in red are for SU2.

Figura 3. Valores dos ácidos graxos voláteis totais (AGVt) do líquido ruminal de vacas leiteiras submetidas a pastejo de Coastcross e suplementação de três quilos de concentrado por dia (SU1) e seis quilos (SU2).

Figure 3 – Values of volatile fatty acids (AGVt) found in the ruminal fluid of dairy cows subjected to Coastcross forage and supplementation of three kg of concentrate per day (SU1) or six kg per day (SU2).

No presente experimento, foi obtida uma proporção relativa dos diferentes AGVs produzidos próximos do proposto por Black (1990) quando os animais receberam basicamente forragens. A proporção relativa obtida para SU1 (75:16:9) e SU2 (76:15:9) foram numericamente semelhantes, portanto, uma suplementação a mais de 2,67 kg de MS para SU2 e uma relação na dieta de volumoso:concentrado para SU1 de 80:20 e T2 de 63:37 não afetou a relação de AGV produzidos pela microbiota ruminal de vacas da raça Holandesa em pastejo de Coastercross fertilizada.

A alta proporção relativa de acetato em relação aos demais AGVs não influenciou o teor de gordura do leite entre os tratamentos, podendo favorecer maior síntese de gordura do leite. Ressalva-se que a concentração em mMol/mL dos AGVs totais e específica de acetato foram valores medianos no líquido ruminal, podendo a quantidade produzida, não favorecer a síntese de gordura.

Conclusão

O aumento do concentrado, na dieta e seu fornecimento duas vezes ao dia com intervalos de oito horas, influencia o pH ruminal, mas manteve valores que não compromete a atividade celulolítica dos microrganismos ruminais. Os valores de N-NH₃ e AGV totais do líquido ruminal não sofreram alterações com as diferentes suplementações.

Literatura Citada

ALVAREZ, H. J. et al. Milk production and ruminal digestion in lactating dairy cows grazing temperate pastures and supplemented with dry cracked corn or high moisture corn. **Animal Science**, v.52, p.25-33, 2002.

- ARC – AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. **The nutrient requirements of ruminant livestock**. Suppl. 1. London: CAB, 1984. 45p.
- BARGO, F. et al. Ruminal digestion by dairy cows grazing winter oats pasture supplemented with different levels and sources of protein. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.2260–2272, 2001
- BARGO, F., L. D. et al. Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.1777–1792, 2002.
- BARGO, F. et al. Invited Review: Production and Digestion of Supplemented Dairy Cows on Pasture. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.1-42, 2003.
- BLACK, J. L. Nutrition of the grazing ruminant. **Proceediment New Zeland. Sociedade. Productiv.**, v.50, n.1, p.07-27, 1990.
- BENEDETTI, E. **Atributos de três gramíneas tropicais, parâmetros ruminais e produção de leite em vacas mestiças mantidas à pasto**. Escola de Veterinária – UFMG: Belo Horizonte. 1994. Tese (Doutorado). 173p.
- BORGES, A. L. C. C. Controle da ingestão de alimentos. **Caderno Técnico Escola de Veterinária – UFMG**, nº21, v. único, p. 67-69, 1999.
- COELHO DA SILVA; J. F. ; LEÃO, M. I. **Fundamentos da nutrição de ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 384p.
- DELAGARDE, R. et al. The effect of nitrogen fertilization level and protein supplementation on herbage intake, feeding behaviour and digestion in grazing dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v.66, p.165–180, 1997.
- GRANZIN, B.C.; DRYDEN, G. McL. The effects of level of dietary protein on the milk production and rumen physiology of dairy cows fed a diet based on a tropical grass hay. **Tropical /Grasslands**, v.36, p.239-247, 2002.
- HOOVER, W. H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.5, p.2755-2766, 1986.
- 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. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.3283-3292, 1997.
- KRAUSE, K. M.; COMBS, D. K. Effects of forage particle size, forage source, and grain fermentability on performance and ruminal pH in midlactation cows. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.1382-1397, 2003.
- KRAUSE, K. M. et al. of forage particle size and grain fermentability in midlactation cows. I. Milk production and diet digestibility. **Journal of Dairy Science**, Savoy, USA, v.85, p.1936–1946, 2002.
- LENG, R. A. Factors affecting the utilization of “poor quality” forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Resert. Veterynari.**, v.3, n.2, p.277-303. 1990.
- MACKLE, T. R.; BRYANT, A. M.; PARR, C. R. Nitrogen fertilizer effects on milk yield and composition, pasture intake, nitrogen and energy partitioning, and rumen fermentation parameters of dairy cows in early lactation. **New. Zealand. Jounal. Agriculture Resert.**, v.39, p.341-356, 1996.

- MERHERZ, A. Z.; ORSKOV, E. R.; McDONALD, I. Rates of n fermentation in relation to ammonia concentration. **Journal of Dairy Science**, v.3, p.337-443, 1977.
- MINSON, D. J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990. 483p.
- MILFORD, R.; MINSON, D. J. The nutritive value of protein in subtropical pasture species grown in South-East Queensland. **Australian Journal Experimental Agriculture Animal Husb.**, Melbourne. v. 16, n.1, p. 13-17. 1965.
- MOULD, F. L. ;ORSKOV, E. R. Manipulation of rumen fenid pH and influence on cellulose in sacco, dry matter degradation and the run microflora of sheep offered either hay or concentrate. **Animal Feed Science and Technology**, v.10, n.1, p.1-14, 1984.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrientes requirements of dairy cattle**. 6th rev. ed. Washington, DC: Natl. Academic. Science., 1989. 159p.
- NOCEK, J. S. ; TAMMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3598, 1991.
- NOLAN, J. V. Nitrogen kinetics In: Forbes, F.M., France, F. Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism. CAB International, 1993. p. 123-145.
- 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. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.2888-2898, 2002.
- RODRIGUEZ, N. M. Importância da degradabilidade da proteína no rúmen para a formulação de rações para ruminantes. **Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG**, v.1, p.27-45, 1986.
- SATTER, L. D.; ROFFLER, R. E. Nitrogen requirement and utilization in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.58, n.8, p.1219-1237, 1975.
- 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**. Ph.D. Thesis. Queen's University of Belfast. The Agricultural Research Institute of Northern Ireland. Hillsborough. 1999.
- SHRIVER, B.J. et al. Fermentation of a high concentrate diet as affected by ruminal pH and digesta flow. **Journal of Dairy Science**, v.69, p.413, 1986.
- SNIFFEN, C. J. *et al.* a net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- SOARES, J. P. G. **Fatores limitantes do consumo de capim-elefante cv. Napier utilizando vacas leiteiras confinadas**. 2002. 110p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002. 110p.
- SONG, M. K.; KENNELLY, J. J. Ruminal fermentation pattern, bacterial population and ruminal degradation of feed ingredients as influence pattern, bacterial population and degradation of feed ingredients influence by ruminal ammonia concentration. **Journal of Animal Science**, v.68, n.4, p.1110-1120, 1990.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE (SAS). Statistical analysis systems user's guide:stat, version 6.11. Cary, NC:SAS Institute, 1996.

- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2nd ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VAN VUUREN, A. M.; VAN der KOELEN, J.; VROONS-DE BRUIN, J. Influence of the level and composition of concentrate supplements on rumen fermentation patterns of grazing dairy cows. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, v.34, p.457-467, 1986.
- WILSON, R. K. **Agricultural Research Centre**, Castleknock, Co. Dublin, Ireland, 1971.

VI – Dinâmica da fase Sólida e Líquida no Trato Gastrointestinal de Vacas da Raça Holandesa Suplementadas em Pastagem de *Cynodon* cv. Coastcross

RESUMO. Este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos de diferentes quantidades de suplementação, três (SU1) e seis (SU2) kg de concentrado, com alto teor de gordura (soja integral tostada), sobre a dinâmica da fase sólida e líquida em vacas da raça Holandesa em lactação, manejadas em pastagem de Coastcross fertilizada. Para determinação dos parâmetros biológicos da cinética de fluxo de partículas no trato gastrointestinal, utilizaram-se os modelos de Grovum & Willians (1973) e Dhanoa et al., (1985), averiguando 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 experimentais. O Coastcross manejado em pastejo intermitente no período de verão, com lotação de cinco unidade animal (UA)/ha, apresentou em média 11,7% de proteína bruta (PB); 70,2% de fibra em detergente neutro (FDN); 35,2% de FDA e 63,8% de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS). A diferente quantidade de suplementação proporcionou uma ingestão da dieta em média de 13,4 e 14,6 kg de MS, apresentando percentagens de nutrientes na MS da dieta de 13,6% e 15,2% de proteína bruta (PB), 2,6% e 3,2% de estrato etéreo (EE) e FDN de 64,0% e 59,0%, respectivamente. Os parâmetros biológicos da cinética de fluxo de partículas no trato gastrointestinal não foram alterados pelas diferentes quantidades do suplemento. O modelo de Dhanoa et al., (1985) foi mais eficiente na determinação dos parâmetros relativos à taxa de passagem de vacas da raça Holandesa em pastagem do Gênero *Cynodon* cv. Coastcross e suplementadas. Os parâmetros avaliados na cinética da fase líquida não foram influenciados pela maior ingestão de concentrado.

Palavras-chave: cinética ruminal, Coastcross, produção animal, produção de leite a pasto, produção de ruminantes, suplementação

VI – Dynamics of the Solid and Liquid Phases in the Gastrointestinal Tract of Holland Cows Supplemented in *Cynodon cv. Coast-cross* forage

ABSTRACT. This work had the purpose of evaluating the effects of different amounts of supplementation, three (SU1) and six (SU2) kg of high-fat concentrate (toasted whole soy) on the dynamics of the solid and liquid phases in lactating Holland cows handled in fertilized Coastcross forage. For the determination of the biological parameters of the flux kinetics of particles in the gastrointestinal tract, it was used the models of Grovum & Willians (1973) and Dhanoa et al. (1985), 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 during summer, with lots of five animal units (UA)/ha had on average 11.7% raw protein (PB), 70.2% fiber in neutral detergent (FDN), 35.2% fibra em detergente ácido (FDA) and 63.8% of digestibility “in vitro” of dry matter (DIVMS). The different amounts of supplementation provided a mean dietary ingestion of 13.6% and 14.6% of dry matter (MS), having nutrient percentages in the MS of the diet of 13.6% and 15.2% PB, 2.6% and 3.2% ethereal extract (EE) and FDN of 64.0% and 59.0%, respectively. The biological parameters of the flux kinetics of particles in the gastrointestinal tract were not altered by the different amounts of supplementation. The model of Dhanoa et al. (1985) was more effective in the determination of the parameters related to the rate of flux of the Holland cows in *Cynodon cv. Coastcross* forage and supplemented. The evaluated parameters for the liquid-phase kinetics were not influenced by the greater ingestion of concentrate.

Keywords: rumen kinetics, Coastcross, animal production, grass dairy production, ruminants production, supplementation,

Introdução

A dieta de vacas leiteiras em pastejo é composta pela planta forrageira e grãos quando suplementados. Cada ingrediente da dieta receberá uma ação mecânica e ou enzimáticas com intensidades diferentes, no trato digestório, isto devido à composição química e estrutura anatômica do alimento. Tais fatos determinam a dinâmica da digesta no trato digestório dos ruminantes.

A cinética de trânsito ou passagem refere-se ao fluxo de resíduos não-digeridos do alimento ao longo do trato digestório e é influenciada pelo nível de consumo, pela forma física da dieta, pelas diferenças na ruminação existente entre animais, pelo tipo de marcador utilizado na determinação da curva de excreção fecal (Mertens & Ely, 1993), pela proporção volumoso:concentrado e por 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, conseqüentemente, a digestibilidade *in vivo* da dieta (Allen & Mertens, 1988; Van Soest, 1994) e a eficiência de síntese de proteína microbiana (Sniffen & Robinson, 1987), daí 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).

Os fatores ligados à produtividade dos ruminantes não dependem somente da qualidade da dieta e do consumo voluntário, mas também da taxa de redução do tamanho de partículas da digesta ou da facilidade de mastigação durante a ruminação, que é uma propriedade da composição da dieta (Poppi et al., 1980). Esta dieta inclui, principalmente, o conteúdo da parede celular e a propriedade física da fibra, que influenciam na quebra em partículas de fibras menores (Van Soest, 1994). Assim, nos

estudos da cinética de degradação nos ruminantes, deve-se conhecer não somente a anatomia e fisiologia do trato gastrointestinal (TGI), mas também as propriedades físicas do alimento e da digesta (Uden & Van Soest, 1982).

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, menor taxa de passagem das partículas do rúmen é verificada, o que acarreta em 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 à 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.

Nos trópicos, as principais forrageiras consumidas pelos ruminantes possuem uma digestibilidade inferior a 65%, que proporcionam maior controle físico do consumo comparado com forrageiras de clima temperado.

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 não só em estudos de digestibilidade, como também em estudos de balanço hídrico, de determinação do volume ruminal e da taxa de passagem da fase líquida.

Para o 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 de Dhanoa et al. (1985) são mais utilizados em sistemas de criação animal intensivo, em que emprega diferente manejo

alimentar ao comparado com animais em pastejo, devendo assim, serem avaliados neste sistema utilizando forrageiras tropicais.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência das diferentes quantidades de suplementação sobre os parâmetros biológicos da cinética ruminal da fase sólida e líquida e avaliar os modelos de Grovum & Willians (1973) e de Dhanoa et al. (1985) no ajuste dos valores da excreção de cromo nas fezes de vacas suplementadas em pastagem de Coastcross.

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 cruzada – PC), em lactação, fistuladas no rúmen, com cânulas de plastosol (borracha de silicone), de 10 cm de diâmetro interno (Bar Diamond[®], Inc., Parma, Idaho, USA). Estas vacas foram, aleatoriamente, distribuídas junto aos quatro blocos do ensaio de produção animal (experimentos anteriores), uma vaca por bloco, mantendo uma lotação fixa total, de cinco vacas por hectare ao longo de todo o período experimental (janeiro a março).

Este estudo foi dividido em quatro períodos experimentais, com duração de 17 dias, sendo dez dias para adaptação dos animais às dietas e seis para a avaliação da taxa de passagem da fase sólida e um dia para a líquida. Após cada período, as quatro vacas

com fistulas ruminais foram redistribuídas, sendo que cada uma delas participou de todos os tratamentos e repetições.

A associação do tratamento e repetição de área foi denominada de sistema (S), dividida em quatro: S₁₁ (Tratamento 1 e repetição 1), S₁₂, S₂₁ (Tratamento 2 e repetição 1) e S₂₂,

Parâmetros avaliados

Para avaliação da fração líquida ruminal, utilizaram-se 5 g 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 manualmente, através da cânula ruminal em diferentes tempos de líquido ruminal (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 24 horas), filtrado em gaze, sendo a coleta no tempo zero como a realizada antes de se introduzir a solução que contém cobalto-EDTA. As análises de cobalto-EDTA foram realizadas por espectrofotometria de absorção atômica, segundo o método de Willians et al. (1962).

Para a amostragem da dieta selecionada destinada à análise bromatológica, e preparo da fibra-mordente, utilizou-se uma vaca fistulada no esôfago. Com o auxílio de uma bolsa, confeccionada em lona e tela plástica, para drenagem da saliva, e fixada na altura da fistula esofágica que possibilitou a coleta da extrusa. À véspera da coleta, a vaca com a fistula no esôfago foi submetida a jejum, a partir das 18h.

Parte da extrusa de *Cynodon* cv. Coastcross 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, da fração FDN que, posteriormente, foi mordentada com dicromato de sódio ($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), conforme descrito em Burns et al. (2001).

Para análise dos parâmetros da dinâmica de fluxo de fase sólida, foram realizadas coletas individuais de fezes, iniciadas a 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 coletas de fezes foram realizadas introduzindo-se a mão enluvada no reto, no local que as vacas se encontravam, a fim de se evitar o comprometimento de pastejo. Para realizar as coletas no período noturno, os animais de cada tratamento foram alocados a partir das 22 h em um piquete de *Cynodon* cv. Coastcross, próximo ao curral, voltando à rotina experimental ao amanhecer. Ao término de cada coleta, as amostras de fezes foram congeladas (-10°C) até o término do período experimental, sendo depois de descongeladas, pré-secadas em estufa de ventilação forçada (65°C), durante 72 h, moídas em moinho de facas tipo *Willey* (peneira com perfurações de 1 mm) e analisadas para teor de cromo (Cr) por espectrofotometria de absorção atômica, após digestão nitro-perclórica, segundo metodologia descrita por Kimura & Miller (1957).

Elaborou-se um intervalo de dez dias entre o término de um período de estimativas dos parâmetros da dinâmica de fluxo de fase sólida, e o início do próximo, que visa garantir a completa exaustão do cromo residual no trato gastrointestinal das vacas.

Para a análise da taxa de passagem da fase líquida, utilizou-se o Modelo proposto por Colucci (1984) que obteve 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.

Análises estatísticas

Com intuito de avaliar os modelos de cinética de fluxo, obtiveram-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 feitas 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), calculando-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): $Y = A_1 * e^{-k_1 * (t - TT)} - A_2 * e^{-k_2 * (t - TT)}$, 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, que 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 “k₁” e “k₂”, respectivamente, taxas de passagem ruminal e pós-ruminal.

Os parâmetros “k₁” e “k₂” 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 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 quatro repetições disponíveis (vacas), 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: $Y = A * e^{-k * t}$. 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 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 (TaxaRec, n^o 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 fluido ruminal (V) pela taxa de passagem da fase líquida no rúmen (k).

Resultados e Discussões

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 expressos em gráficos, com os seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) (Anexo B).

Das 16 figuras obtidas, podem-se observar algumas com características que destacaram quanto aos parâmetros mencionados para a sua avaliação. Abaixo estão alguns destes com suas especificações.

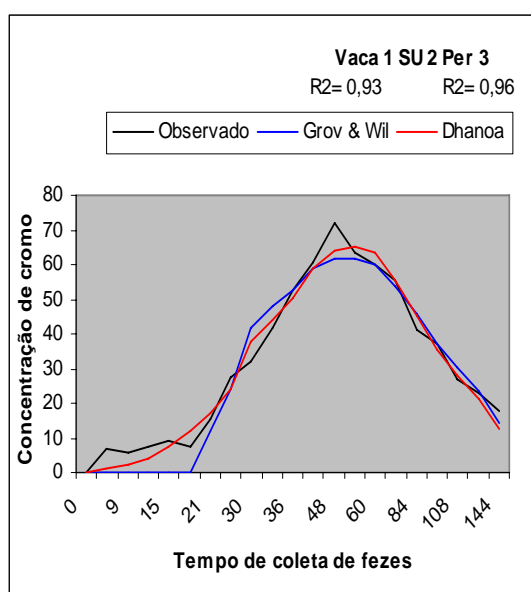


Figura 1. Comportamento da excreção fecal de cromo (observado) e dos modelos avaliados da Vaca 1, com suplementação de 6 kg de concentrado e no período experimental 3.

Figure 1 – Behavior of the faecal excretion of chromium (observed) and of the models evaluated of Cow #1, with supplementation of 6 kg of concentrate and during the experimental period #3.

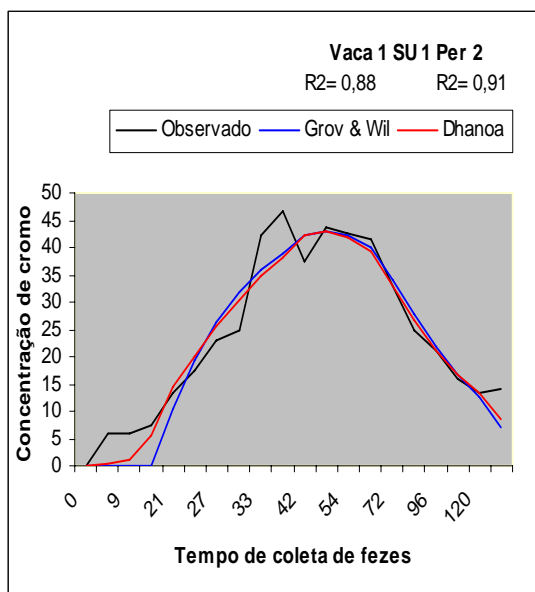


Figura 2. Comportamento da excreção fecal de cromo (observado) e dos modelos avaliados da vaca 1, com suplementação de 3 kg de concentrado no período experimental 2.

Figure 2 - Behavior of the faecal excretion of chromium (observed) and of the models evaluated of Cow #1, with supplementation of 3 kg of concentrate and during the experimental period #2.

A Figura 1 “Vaca 1 SU 2 Per 3” (Vaca 1, com suplementação de 6 kg de concentrado e no período experimental 3) apresentou um bom comportamento da excreção fecal de cromo (valor observado) e possibilitou bons ajustes para os valores preditos dos modelos avaliados e altos coeficientes de determinação (R^2). A Figura 2 “Vaca 1 SU 1 Per 2” apresentou comportamento semelhante das curvas entre os modelos avaliados como também valores próximos de R^2 .

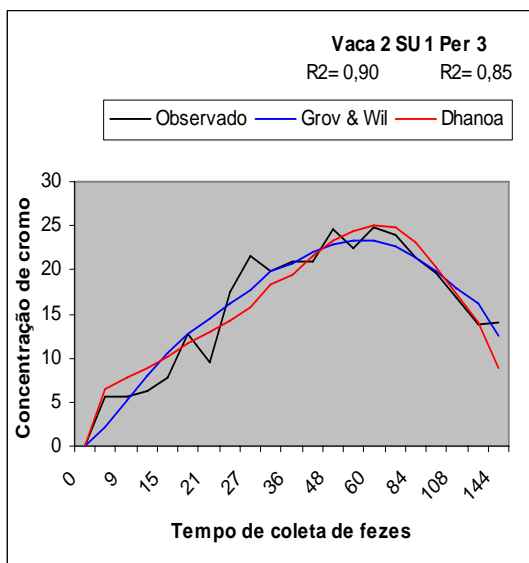


Figura 3. Comportamento da excreção fecal de cromo (observado) e dos modelos avaliados da Vaca 2, com suplementação de 3 kg de concentrado e no período experimental 3.

Figure 3 - Behavior of the faecal excretion of chromium (observed) and of the models evaluated of Cow #2, with supplementation of 3 kg of concentrate and during the experimental period #3.

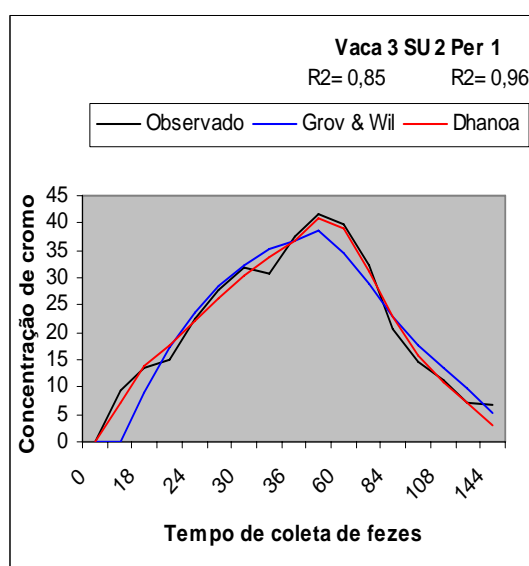


Figura 4. Comportamento da excreção fecal de cromo (observado) e dos modelos avaliados da vaca 3, com suplementação de 6 kg de concentrado no período experimental 1.

Figure 4 - Behavior of the faecal excretion of chromium (observed) and of the models evaluated of Cow #3, with supplementation of 6 kg of concentrate and during the experimental period #1.

A Figura 3 “Vaca 2 SU 1 Per 3” apresentou bom comportamento dos valores para o modelo de Grovum & Willians, como obteve maior valor para R^2 , já a Figura 4 “Vaca

3 SU 2 Per 1” apresentou um excelente comportamento dos valores preditos para o modelo de Dhanoa e um alto R^2 . Os restantes das Figuras elaboradas estão no Anexo B.

Na avaliação visual, foi observado o comportamento da curva dos valores preditos dos modelos avaliados, sendo o ideal o que apresenta 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 e Willians (1973) foi melhor em um (6,25). O modelo de Dhanoa et al. (1985), de forma geral, 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, logo, apresentou Figuras com excelentes visualizações (vaca 1 SU 2 Per 3; vaca 3 SU 2 Per 1; vaca 4 SU 1 Per 4) como ruins (vaca 1 SU 2 Per 4; vaca 2 SU 2 Per 4; vaca 4 SU 2 Per 1). Observa-se que os animais do SU2 apresentaram as piores visualizações, portanto, o aumento da suplementação de 2,67 kg de MS de concentrado 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) obteve maiores valores em 15 dos 16 gráficos avaliados, tendo o valor mínimo de $R^2 = 0,71$ e o máximo de $R^2 = 0,96$, enquanto que o modelo de Grovum e 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 e Willians (1973) foi $R^2 = 0,88$ e $0,82$, respectivamente. Os ajustes da excreção fecal de cromo dos animais do SU1 apresentaram valores médios do coeficiente de determinação superiores tanto para o modelo de Dhanoa et al. (1985) ($R^2 = 0,89$) como para Grovum e Willians (1973) ($R^2 = 0,83$). O coeficiente de determinação médio para o SU2 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 e Willians (1973).

O perfil dos desvios padronizados foi semelhante entre os tratamentos pela visualização, conforme apresenta seu comportamento na Figura abaixo. Assim sendo, o uso desta análise não contribuiu para a avaliação dos modelos utilizados.

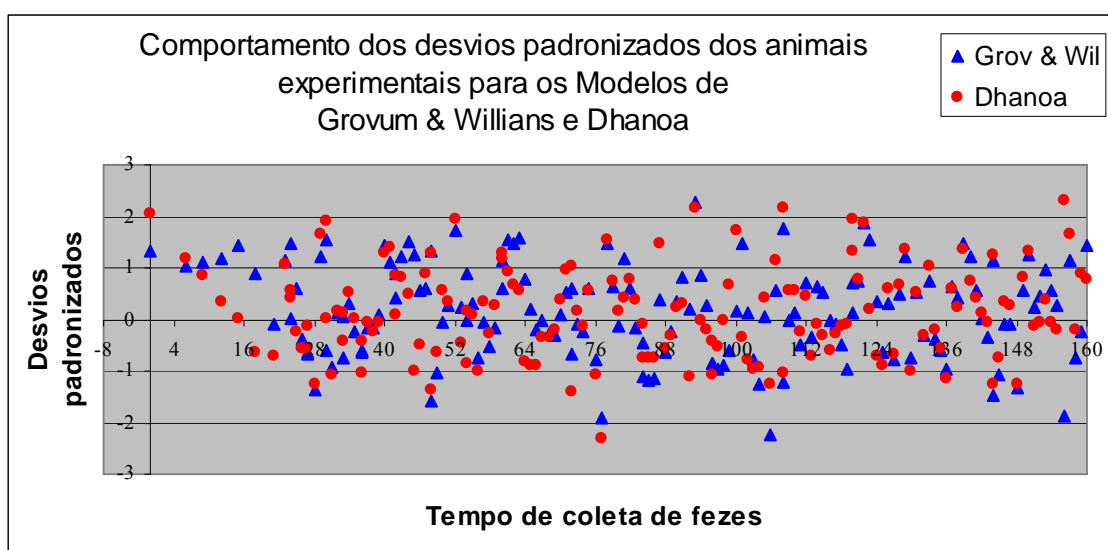


Figura 5. Comportamento dos desvios padronizados dos modelos de Grovum & Willians (1973) representada por (♦ azul) e Dhanoa et al. 1985 por (• vermelha).

Figure 5 – Behavior of the standartized deviations of the models of Grovum & Willians (1973) represented by ((♦ blue) and Dhanoa et al. (1985) by (• red).

Os parâmetros biológicos da cinética de fluxo de partículas no trato gastrointestinal encontrados nos modelos de Dhanoa et al. (1985) e Grovum e Willians (1973) e para o SU1 e SU2 estão na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros biológicos da cinética de fluxo de partículas no trato gastrointestinal de vacas Holandesas em lactação, sob pastejo de Coastcross e suplementadas, segundo estimativas obtidas do ajuste dos dados de excreção fecal de cromo encontrados nos modelos de Dhanoa et al. (1985) e Grovum e Willians (1973) e para o SU1 e SU2

Table 1. Biological parameters of particle flux kinetics in the gastrointestinal tract of lactating Holland cows, on Coastcross forage and supplementation, according to estimates obtained from the adjustment of the data on fecal excretion of chromium found in the models of Dhanoa et al. (1985) and Grovum & Willians (1973) and for the SU1 and SU2

<u>Modelo</u>	K_1	K_2	TRR	TRI	TRR/TRI
<u>Model</u>					
Dhanoa	0,028	0,050 ^a	38,55	22,16 ^b	2,03 ^a
Grovum	0,026	0,032 ^b	40,20	32,91 ^a	1,22 ^b
<u>Tratamento</u>					
<u>Treatment</u>					
SU1	0,028	0,042	38,38	27,08	1,64
SU2	0,026	0,041	40,37	28,00	1,61

k_1 = taxa de passagem no rúmen; K_2 = taxa de passagem no intestino; TRR = tempo de retenção no rúmen ($1/k_1$); TRI = tempo de retenção no intestino ($1/k_2$); 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 ($P > 0,05$).

K1 = rate of ruminal flow; k2 = rate of intestinal flow; TRR = time of ruminal retention ($1/k_1$); TRI = time of intestinal retention ($1/k_2$); TRR/TRI = ratio between time of retention in the rumen and that in the intestine. Means on the same column followed by the same lower-case letter do not differ statistically ($P > 0.05$).

Nas análises dos parâmetros biológicos da cinética foram excluídos valores de K_2 , (quatro de 16 análises) encontrados pelo modelo de Dhanoa et al. (1985) por não atender as primícias biológicas, que apresentam os valores para K_2 menores que K_1 . Nos ajustes dos dados pelo modelo de Grovum e Willians (1973) não se obtiveram valores de K_2 menores que K_1 .

Os valores de k_2 , TRI e a relação TRR/TRI apresentaram diferença quando avaliou os modelos, destacando o modelo de Dhanoa et al. (1985) por obter parâmetros biológicos da cinética ruminal da fase sólida mais pertinente com a literatura, principalmente quanto à relação TRR/TRI, por obter uma relação superior a 1,5 apresentados estimativas da taxa de passagem confiáveis, atendendo Ellis et al. (1994).

Quando foram avaliadas as estimativas da taxa de passagem, considerando os tratamentos, não houve diferença ($P>0,05$), portanto, a maior suplementação de concentrado para os animais do SU2 não influenciou a cinética da fase sólida da forragem.

Os valores de k_1 encontrados em ambos os modelos e caracterizados pelo ARC (1984), quanto ao nível de alimentação a de animais alimentados próximo do nível de manutenção. Os valores observados na Tabela 1 situam-se na faixa de valores para k_1 de 0,014 a 0,06/h relatada na literatura para vacas Gir ou mestiças Holandês x Zebu em lactação sob pastejo em forrageiras tropicais (Benedetti, 1994; Soares et al., 1999; Leopoldino, 2000; Berchielli et al., 2001; Soares et al., 2001 e Lopes et al., 2002).

Nas avaliações das estimativas da cinética da fase sólida de vacas da raça Holandesa em pastagem de Coastcross. e suplementadas, utilizando os modelos de Grovum & Williams (1973) e Dhanoa et al. (1985), com o intuito de compará-los pela avaliação visual das curvas da excreção fecal observado com o predito, pelo coeficiente de determinação (R^2) e pelo comportamento dos desvios padronizados, percebe-se que o modelo de Dhanoa et al. (1985) foi mais eficiente. Tal fato corrobora com Oliveira et al. (1999b) e Detmann et al. (2000) que trabalharam com forragens tropicais com bovinos confinados e com Lira et al. (2000) e Lopes et al. (2002) com animais em pastejo.

As variáveis avaliadas na cinética da fase líquida ruminal estão na Tabela 2.

Tabela 2. Cinética da fase líquida no trato gastrintestinal de vacas da raça Holandesa em lactação, sob pastejo de Coastcross e suplementadas, segundo estimativas obtidas do ajuste dos dados da concentração de Co –EDTA encontrados no modelo de Colluci (1985)

Table 2. Liquid-phase kinetics in the gastrointestinal tract of lactating Holland cows under Coastcross forage and supplementation, according to estimates obtained from the adjustment of the data of Co –EDTA concentration found in the model of Colluci (1985)

Trat	Taxa de	Tempo de	Taxa de	Taxa de	Volume	R^2
<i>trea</i>	passagem(%/h)	reciclagem (h)	reciclagem	fluxo (L/h)	(L)	
<i>tme</i>	<i>Rate of</i>	<i>Reciclyng</i>	<i>Rate of</i>	<i>Rate of flow</i>	<i>Volume</i>	

<i>nt</i>	<i>passage (%/hr)</i>	<i>time (hr)</i>	<i>recycling</i>	<i>(L/hr)</i>	<i>(L)</i>	
SU1	10,72	9,75	2,57	6,71	63,8	0,94
SU2	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

k = rate of passage or ruminal rate of recycling (%/hour); RateRec = rate of recycling (number of times in 24 hours); total volume of ruminal water = pool of ruminal water

Os valores encontrados para os parâmetros da cinética da fase líquida de vacas da raça Holandesa em pastejo de *Cynodon* sp. não foram influenciados pela maior suplementação de concentrado. Benedetti (1994), trabalhando com napier, brachiária e colômbio não observou diferença quanto à cinética da fase líquida entre as forrageiras analisadas e encontrou os valores médio 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, apresentado estes valores superiores aos obtidos neste trabalho. A maior suplementação não influenciou os parâmetros avaliados na cinética da fase líquida.

Conclusão

Os parâmetros biológicos da cinética de fluxo de partículas no trato gastrintestinal não foram alterados pelas diferentes quantidades do suplemento. O modelo de Dhanoa et al. (1985) foi mais eficiente na determinação dos parâmetros relativos à taxa de passagem de vacas da raça Holandesa em pastagem do Gênero *Cynodon* cv. Coastcross e suplementadas.

Os parâmetros avaliados na cinética da fase líquida não foram influenciados pela maior ingestão de concentrado.

Literatura Citada

- AITCHISON, E. et al. Comparison of methods to describe the kinetics of digestion and passage of fibre in the sheep. **Journal of Science of Food Agriculture**, v.37, p.1065-1072, 1986.
- ALLEN, M. S.; MERTENS, D. R. Evaluating constraint of fiber digestion by rumen microbes. **Journal of Nutrition**, v.118, p.261-270, 1988.
- ARC – AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. **The nutriente requirements of ruminant livestock**. London: CAB, 1984. 45p. Suppl. 1.
- 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, 1994.
- BERCHIELLI E. T. et al. 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**, Viçosa, MG, v.30, n.4, p.1332-1339, 2001.
- BURNS, J. C. et al. Preparation of Chromium Mordanted Fiber (Link: <http://www.cropsci.ncsu.edu:80/dsfisher/animal18.html>). IN: Research Techniques and Numerical Methods in Grassland and Forage Science (USDA-AGRICULTURAL RESEARCH SERVICE/NORTH CAROLINA STATE UNIVERSITY) – on the WWW since May, 1994 Disponível em: <<http://www.cropsci.ncsu.edu/dsfisher/index.html>> Acesso em: 03 nov. 2003.
- CHESSON, A. Mechanistic Models of forage cell wall degradation . In: BASED ON THE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE CELL WALL STRUCTURE AND DIGESTIBILITY SPONSORED BY THE USA-AGRICULTURAL RESEARCH SERVICE AND U.S. DAIRY FORAGE RESEACH CENTER, Madison, Wisconsin, 7-10 Oct. 1991. Forage cell wall structure and digestibility / editors, JUNG, H.G. et al., 1993.
- COLUCCI, P.E. **Comparative digestion and digesta kinetics in sheep and cattle**. 1984. 230 f. Thesis (Doctor of Phylosophy) - University of Guelph, Ontario, 1984.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Estimacão da excreção fecal por intermédio de modelos matemáticos em novilhos mestiços suplementados a apsto. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., Viçosa, 2000. *Anais...* Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. Disponível em: <<http://www.sbz.org.br/scripts/anais2000/fichatrabs.asp?Id=1964>>. Acesso em: 10 jun. 2002.
- DHANO, M.S.; SIDDON, R.C.; FRANCE, J. et al. A multicompartmental model to describe marker excretion in ruminant faeces. **British Journal of Nutrition**, v.53, p.663-671, 1985.
- DRAPER, N.R.; SMITH, H. **Applied regression analysis**. New York: John Wiley, 1966. 407p.

- ELLIS, W.C. et al. Methodology for estimating digestion and passage Kinetics of forage. In: FAHEY Jr., G.C. MOSER, L.E., MERTENS, D.R. et al. In: NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY, EVALUATION, AND UTILIZATION. Madison: American Society of Agronomy/Crop Science Society of America, 1994. p. 682-756, Chapter 17.
- FAICHNEY, G. J. Digesta flow. In: FORBES, J.M.; FRANCE, J. **Quantitative of ruminant digestion and metabolism**. Commonwealth Agricultural Bureaux, Cambridge University Press, 1993. p.53-85.
- FAICHNEY, G. J. The kinetics of particulate matter in the rumen. IN: MILLINGAN, L.P; GROVUM, W.L.; DOBSON, A. Control of digestion and metabolism in ruminants. **International Symposium on Ruminant Physiology**, v.6, p.173-195, 1986.
- 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.
- 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.
- LECHER-DOLL, M.; KASKE, M.; ENGERLHARDT, 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. **International Symposium on Ruminant Physiology**, v.7, p.455-482, 1991.
- LEOPOLDINO. W. M. **Avaliação nutricional de pastagens consorciadas com leguminosas tropicais, dinâmica ruminal e produção de leite em vacas mestiças**. 2000. 49p. Dissertação (Mestrado)- Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2000.
- LIRA, V. M. C. et al. 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., Viçosa, 2000. *Anais...* Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. (<http://www.sbz.org.br/scripts/anais200/fichatrabs.asp?Id=1966>). Data acesso: 10/06/02.
- LOPES, F.C.F. **Taxa de passagem, digestibilidade *in situ*, consumo, composição química e disponibilidade de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schumack) pastejado por vacas mestiças Holandês x Zebu em lactação**. 2002. 222p. Tese (Doutorado) - Belo Horizonte, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.
- 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, p.895-905, 1993.
- MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990. 483p.

- OLIVEIRA, R. L. **Cinética digestiva em novilhos submetidos a dietas com diferentes níveis de cama de frango e de suplemento à base de microbiota ruminal**. 1998. 69p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- 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.
- POPPI, D.P. et al. The validity of the critical size theory for particles leaving the rumen. **Journal of Agricultural Science**, v.94, n.2, p.275-280, 1980.
- QUIROZ, R. A.; POND, K.R., TOLLEY, E.A. et al. Selection among nonlinear models for rate of passage studies in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.66, n.11, p.2977-2986, 1988.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2nd ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- 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.
- SOARES, J.P.G. et al. Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) sob duas doses de nitrogênio. Consumo e produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.28, n.4, p.889-897, 1999.
- SOARES, J.P.G. et al. Estimativas do consumo e da taxa de passagem do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schu.), sob pastejo de vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.30, n.6, Supplement, p. 2183-2191, 2001.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE (SAS). **Statistical analysis systems user's guide:stat**, version 6.11.: SAS Institute, 1996.
- UDEN, P.; VAN SOEST, P. J. The determination of particle size in osme herbivores. **Animal Feed Science and Technology**, v.7, n.1, p.35-44, 1982.
- WILLIAMS, C. H.; DAVID, D. J.; IISMAA, O. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Agricultural Science**, v.59, p.381-385, 1962.
- WILSON, J. R.; HATTERSLEY, P. W. "In vitro" digestion of bund cells in rumen fluid and its relation to the suberized lamella photosynthetic type in *Panicum* species. **Grass and Forrage Science**, v.38, p.223, 1983.

VII – CONCLUSÕES GERAIS

A maior ingestão de matéria seca (MS) e nutrientes da dieta, destacando de lipídeos proveniente da soja integral tostada, por vacas da raça Holandesa com período lactacional médio no terço final, em pastejo de Coastcross no verão, não afetou a eficiência alimentar, a produção de leite, teores de proteína, gordura, lactose e sólidos totais do leite. O escore da condição corporal (ECC) e a contagem de células somáticas (CCS) aumentaram com a maior suplementação de concentrado (SU2).

O aumento do concentrado, na dieta e seu fornecimento duas vezes ao dia com intervalos de oito horas, influenciou o pH ruminal, mas manteve valores que não comprometessem a atividade celulolítica dos microrganismos ruminais, conforme citados em literaturas. Os valores de N-NH₃ e AGV totais do líquido ruminal não sofreram alterações com as diferentes suplementações.

Os parâmetros biológicos da cinética de fluxo de partículas no trato gastrintestinal não foram alterados pelas diferentes quantidades do suplemento. O modelo de Dhanoa et al. (1985) foi mais eficiente na determinação dos parâmetros relativos à taxa de passagem de vacas da raça Holandesa em pastagem do Gênero *Cynodon* cv. Coastcross e suplementadas. Os parâmetros avaliados na cinética da fase líquida não foram influenciados pela maior ingestão de concentrado.

VIII – ANEXOS

ANEXO A


Solos

Laboratório de Análise de Solos, Água e Plantas
Resultado de análise de fertilidade do solo
Código do Cliente 82

Nome do Cliente Duarte Vilela

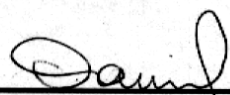
Série 444

Cidade Juiz de Fora

Estado MG

Amostra	pH H ₂ O 1:2,5	Al	Ca	Mg	Na	K	H+Al	P	S	T	V (%)
		cmol _c / dm ³			mg/dm ³		cmol _c / dm ³	mg/dm ³	cmol _c / dm ³		
1B 20-40	5,3	0	2,8	1,5	7	179	4,0	6,3	4,8	8,8	55
1B 0-20	5,2	0,1	2,9	1,5	7	246	5,1	14,2	5,1	10,2	50
1B 0-10	5,1	0,1	3,0	1,6	7	296	6,3	23,3	5,4	11,7	46
2A 20-40	5,4	0	2,2	1,2	9	94	3,1	9,3	3,7	6,8	54
2A 0-20	5,1	0,1	2,2	1,2	5	160	4,6	30,5	3,8	8,4	45
2A 0-10	5,0	0,2	2,0	1,1	7	199	5,8	37,8	3,6	9,4	39
1A 20-40	5,3	0	2,3	1,4	9	101	4,3	6,3	4,0	8,3	48
1A 0-20	5,3	0	3,1	1,7	12	222	5,3	18,4	5,4	10,7	51
1A 0-10	5,4	0,1	3,1	2	12	257	5,6	18,4	5,8	11,4	51
Cerca 20-40	5,0	0,2	2,2	2	5	51	4,9	5,1	4,3	9,3	47

Segunda-feira, 2 de Dezembro de 2002 07:48:



Assinatura do Responsável



Solos

LASP – Laboratório de Água, Solos e Plantas

CLIENTE: DUARTE VILELA – 06.2000.209-02 - CNPGL

RESULTADO DE CARBONO E MATÉRIA ORGÂNICA(g/kg)

Amostra	Carbono	Matéria Orgânica
1A 0-10	17,2	29,7
" 0-20	14,7	25,3
" 20-40	7,6	13,1
2A 0-10	11,4	19,7
" 0-20	8,0	13,8
" 20-40	4,3	7,4
1B 0-10	17,2	29,7
" 0-20	12,7	21,9
" 20-40	7,5	12,9
2B 0-10	19,4	33,4
" 0-20	15,1	26,0
" 20-40	10,2	17,6

Rio de Janeiro, 09 de dezembro de 2002.

DANIEL VIDAL PÉREZ
Pesquisador – Embrapa Solos

Ministério da Agricultura
e do Abastecimento

Empresa Brasileira
de Pesquisa Agropecuária
Embrapa

Centro Nacional
de Pesquisa de Solos
CNPIS

Rua Jardim Botânico, 1.024
22460-000 Rio de Janeiro, RJ

Telefone (021) 274-4999
Fax (021) 274-5291
Telex (021) 23824 EBPA
e-mail: cnpsolos@cnps.embrapa.br

ANEXO B

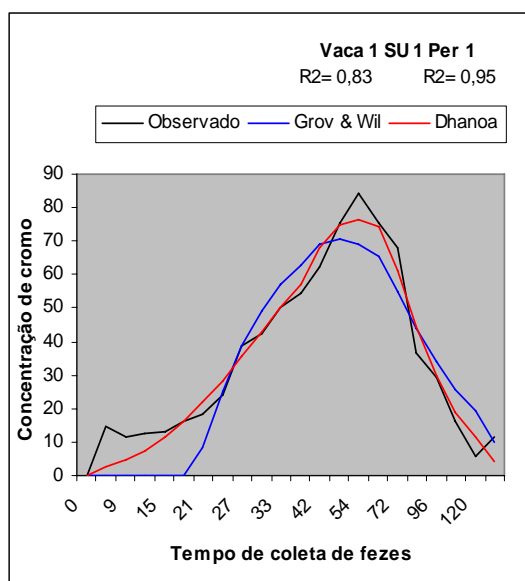


Figura 1B. Comportamento da excreção fecal de cromo (observado) e dos modelos avaliados da Vaca 1, com suplementação de 3 kg de concentrado e no período experimental 1.

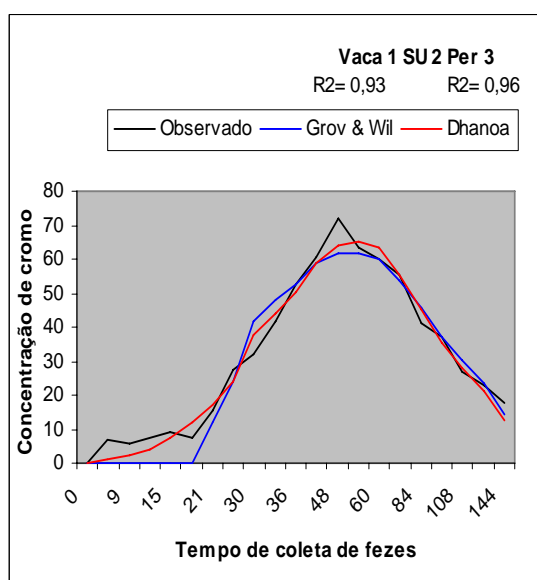


Figura 2B. Comportamento da excreção fecal de cromo (observado) e dos modelos avaliados da vaca 1, com suplementação de 6 kg de concentrado no período experimental 3.

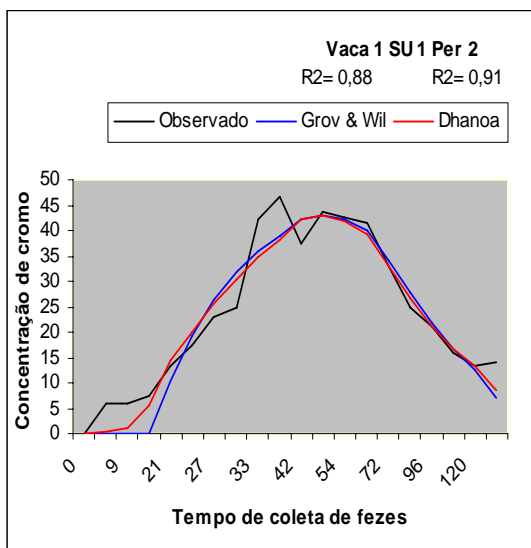


Figura 3B. Comportamento da excreção fecal de cromo (observado) e dos modelos avaliados da Vaca 1, com suplementação de 3 kg de concentrado e no período experimental 2.

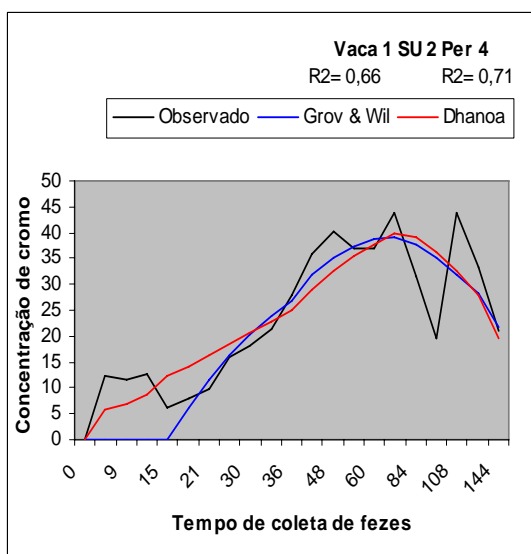


Figura 4B. Comportamento da excreção fecal de cromo (observado) e dos modelos avaliados da vaca 1, com suplementação de 6 kg de concentrado no período experimental 4.

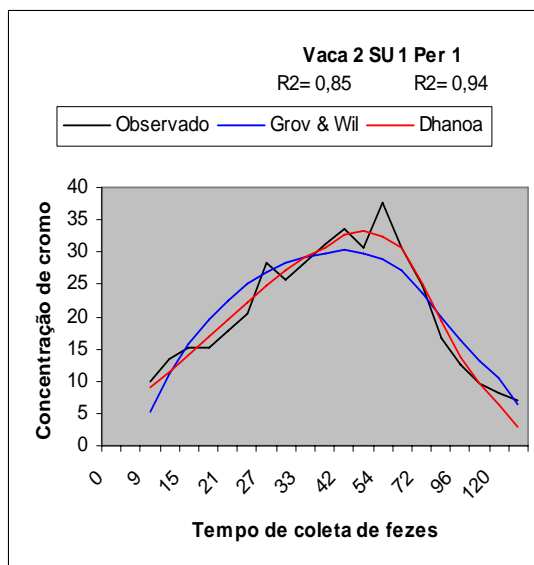


Figura 5B. Comportamento da excreção fecal de cromo (observado) e dos modelos avaliados da Vaca 2, com suplementação de 3 kg de concentrado e no período experimental 1.

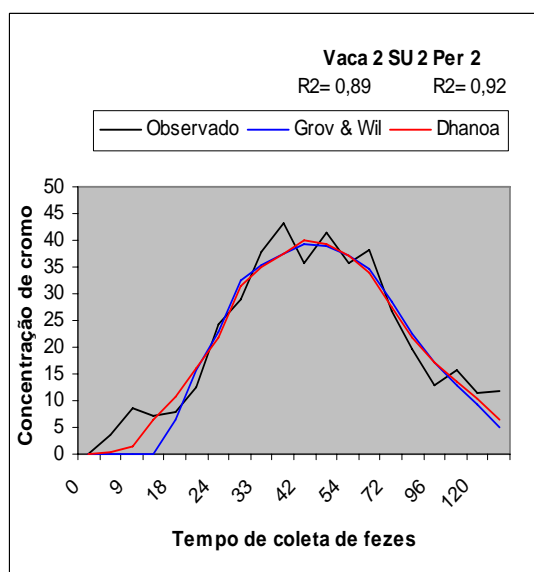


Figura 6B. Comportamento da excreção fecal de cromo (observado) e dos modelos avaliados da vaca 2, com suplementação de 6 kg de concentrado no período experimental 2.

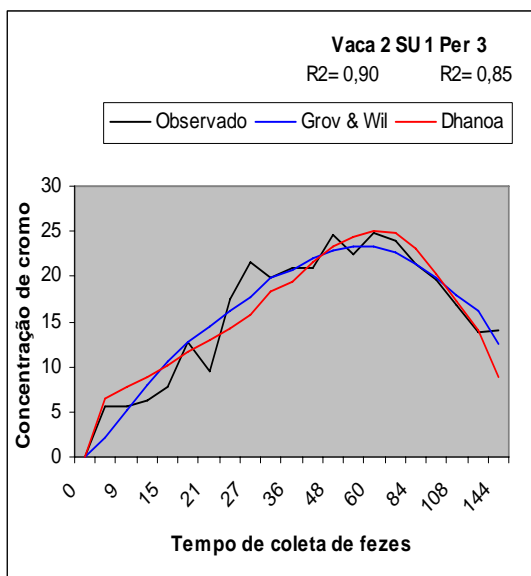


Figura 7B. Comportamento da excreção fecal de cromo (observado) e dos modelos avaliados da Vaca 2, com suplementação de 3 kg de concentrado e no período experimental 3.

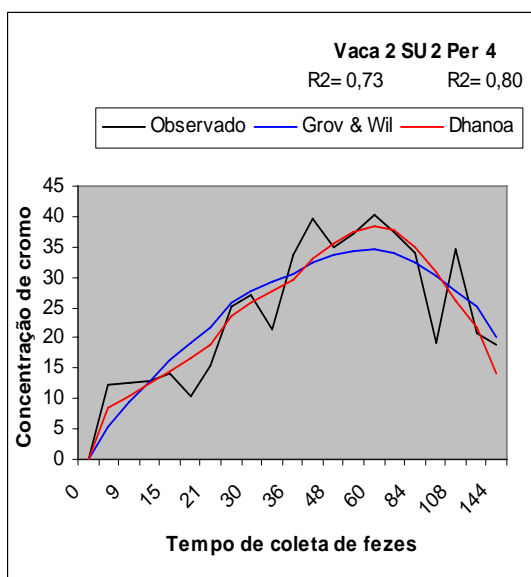


Figura 8B. Comportamento da excreção fecal de cromo (observado) e dos modelos avaliados da vaca 2, com suplementação de 6 kg de concentrado no período experimental 4.

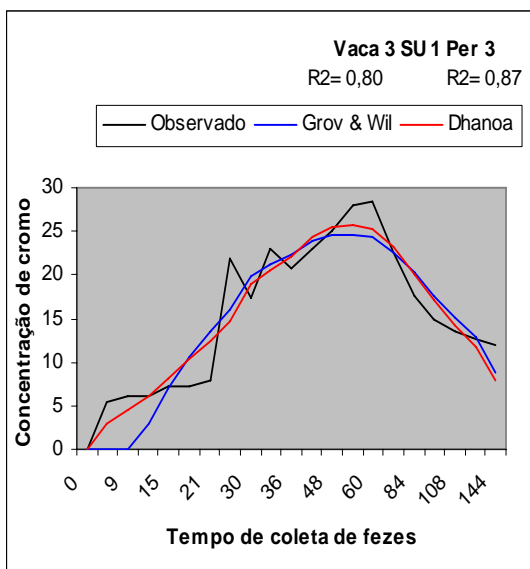


Figura 9B. Comportamento da excreção fecal de cromo (observado) e dos modelos avaliados da Vaca 3, com suplementação de 3 kg de concentrado e no período experimental 3.

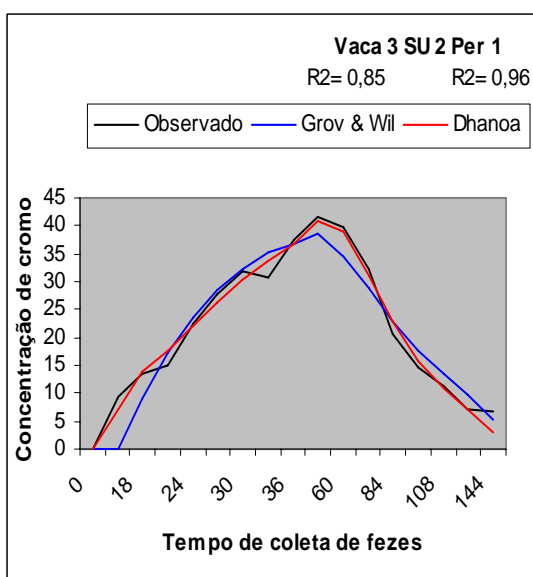


Figura 10B. Comportamento da excreção fecal de cromo (observado) e dos modelos avaliados da vaca 1, com suplementação de 3 kg de concentrado no período experimental 1.

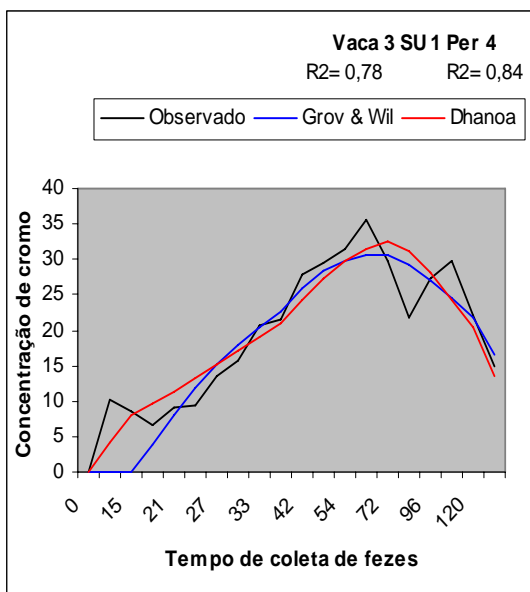


Figura 11B. Comportamento da excreção fecal de cromo (observado) e dos modelos avaliados da Vaca 3, com suplementação de 3 kg de concentrado e no período experimental 4.

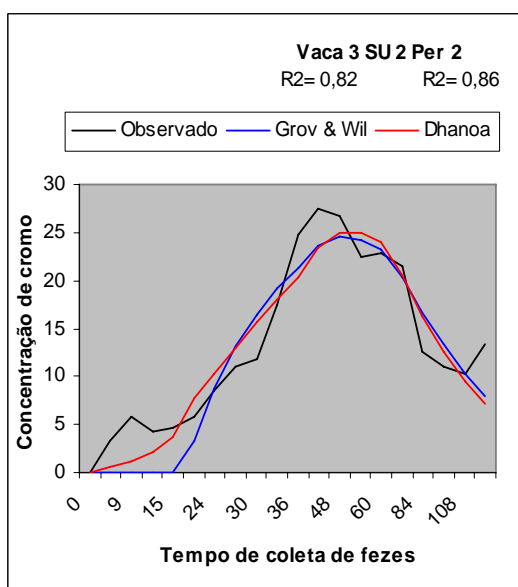


Figura 12B. Comportamento da excreção fecal de cromo (observado) e dos modelos avaliados da vaca 3, com suplementação de 6 kg de concentrado no período experimental 2.

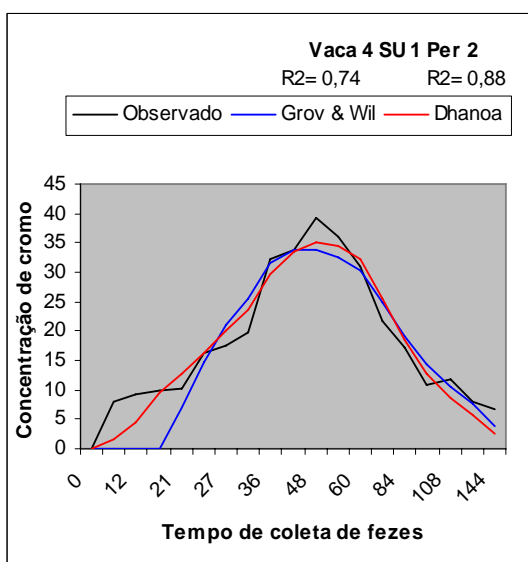


Figura 13B. Comportamento da excreção fecal de cromo (observado) e dos modelos avaliados da Vaca 4, com suplementação de 3 kg de concentrado e no período experimental 2.

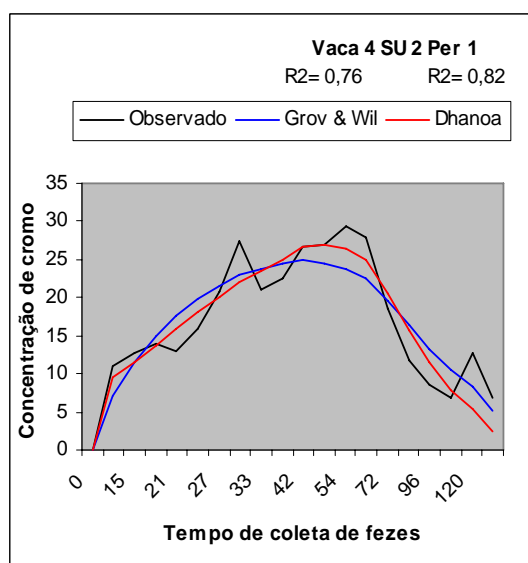


Figura 14B. Comportamento da excreção fecal de cromo (observado) e dos modelos avaliados da vaca 4, com suplementação de 6 kg de concentrado no período experimental 1.

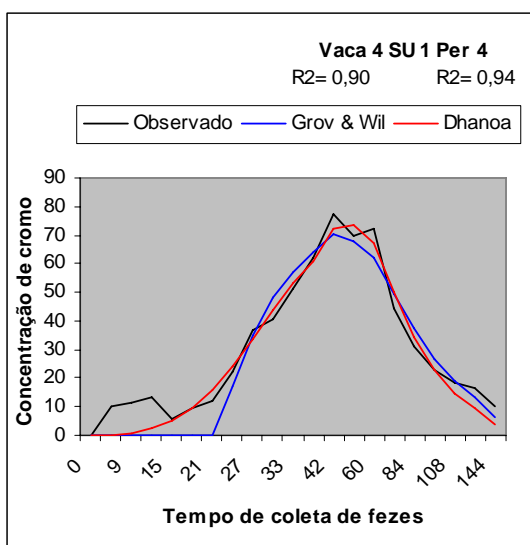


Figura 15B. Comportamento da excreção fecal de cromo (observado) e dos modelos avaliados da Vaca 4, com suplementação de 3 kg de concentrado e no período experimental 4.

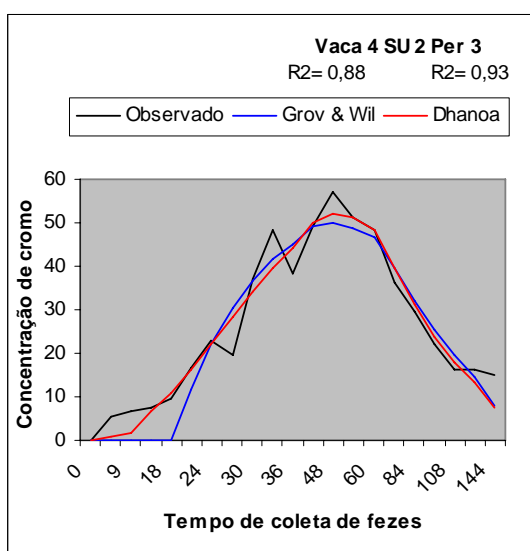


Figura 16B. Comportamento da excreção fecal de cromo (observado) e dos modelos avaliados da vaca 4, com suplementação de 6 kg de concentrado no período experimental 3.