

ESTIMAÇÃO DE CONSUMO DE FORRAGEM, UMA ABORDAGEM PRÁTICA

Prof.: [Domicio do Nascimento Jr.](#)

Aluno: Edenio Detmann

I. Introdução:

A fim de exercer suas diferentes funções fisiológicas e atender às exigências de manutenção e produção, o animal necessita ingerir quantidades adequadas de nutrientes (GOMIDE, 1995), que são obtidos a partir da dieta. Segundo GOMIDE e QUEIROZ (1994), as dietas ou os alimentos podem ser qualificados quanto aos seus valores nutritivo e alimentício. O valor nutritivo refere-se à composição química e à digestibilidade da forragem. Ulliyatt (1973), citado por GOMIDE e QUEIROZ (1994), define o valor alimentício como a avaliação biológica do valor de forragem ou alimento, em termos de produção animal, representando o potencial de ingestão de nutrientes que habilita o animal a realizar sua função produtiva. Assim, entende-se que o conceito de valor alimentício é mais amplo que o valor nutritivo, pois incorpora também o conceito de consumo. Analogamente, sendo a composição e a digestibilidade características inerentes ao alimento (COELHO DA SILVA e LEÃO, 1979), o consumo e sua intensidade assumem particular importância nos sistemas de produção animal. Conclui-se, portanto, que o consumo é fundamental à nutrição, pois determina o nível de nutrientes ingeridos e, portanto, a resposta animal (VAN SOEST, 1994).

O consumo é mais difícil de se avaliar que a digestibilidade, por estar submetido a inúmeras outras variáveis relacionadas ao meio (BURNS et al., 1994). Em adição, a mensuração do consumo de animais alimentados a pasto não pode ser realizada diretamente como em confinamentos (COELHO DA SILVA e LEÃO, 1979; MINSON, 1990), exigindo, assim, a necessidade do uso de metodologias alternativas para sua determinação. De forma geral, maiores progressos no entendimento dos fatores básicos que afetam o consumo têm sido impedidos por nossa inabilidade de medi-lo acuradamente, o que possibilitaria separar melhor as influências de animal e dieta (MERTENS, 1994) e traçar estratégias e medidas com vistas à ampliação do processo produtivo.

Foram objetivos desta revisão abordar as principais metodologias para estimação do consumo a pasto, destacando suas vantagens, limitações e as situações propícias ao seu emprego.

II. Alguns Aspectos da Regulação do Consumo Voluntário:

Segundo MERTENS (1987, 1994), a regulação do consumo em ruminantes pode ser integrada em dois mecanismos básicos: físico e fisiológico.

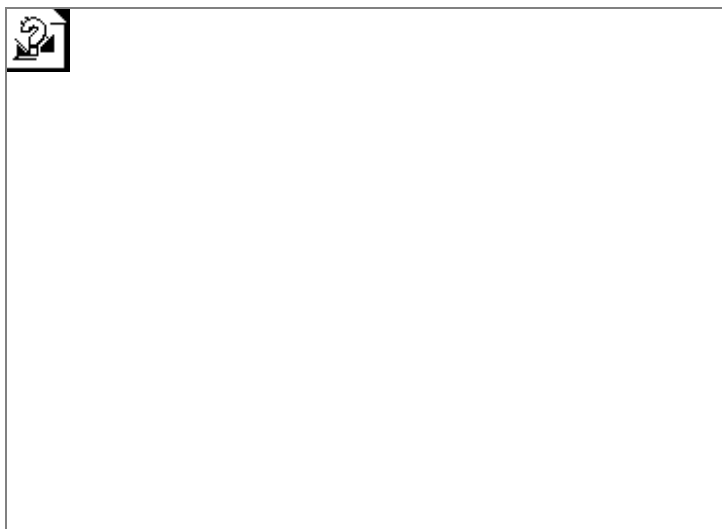
Fisicamente, o consumo voluntário de matéria seca pode ser limitado nos ruminantes consumindo basicamente forragens como resultado de um fluxo restrito de digesta através do trato gastrointestinal, resultando na distensão de um ou mais segmentos do tubo digestivo, o

que implica na redução do consumo (ALLEN, 1996). Dessa forma, quando os animais se alimentam de dietas palatáveis, porém altas em volume e baixas em concentração energética, o consumo é limitado por alguma restrição na capacidade do trato digestivo (BALCH e CAMPLING, 1962; MERTENS, 1994). MERTENS (1992) sugeriu que a limitação por enchimento pode ser correlacionada ao nível de fibra em detergente neutro (FDN) de uma ração e propôs o valor médio de consumo de 1,2% do peso vivo em FDN como nível de consumo regulado por mecanismos físicos. Segundo FARIA e MATTOS (1995), a ingestão máxima de matéria seca ocorre quando a digestibilidade da dieta se encontra entre 66 e 68% e, dificilmente, uma forrageira tropical apresenta digestibilidade superior a 60%, constatando-se que o consumo nessas condições é sempre limitado por enchimento.

Quando os animais são alimentados com rações palatáveis, baixas em capacidade de enchimento e prontamente digestíveis, o consumo é regulado a partir da demanda energética do animal (MERTENS, 1994). Muitas forragens de alta digestibilidade podem ser potencialmente ingeridas em quantidades menores que as previstas pela teoria do controle físico. Nesses casos, o consumo é, então, mais provavelmente determinado por entraves metabólicos, relacionados à habilidade animal em utilizar nutrientes absorvidos (ILLIUS e JESSOP, 1996).

O mecanismo de regulação fisiológica pode ser interpretado em uma situação em que, no consumo de matéria seca, a ingestão energética seja igual à do requerimento animal (MERTENS, 1994); dessa forma, em quantidades inferiores às previstas, quando o consumo é limitado pelo enchimento da ração, o consumo cessa e as demandas relativas ao potencial de performance ou estado fisiológico do animal são atendidas. FORBES (1993) concluiu que os ruminantes em geral são capazes de controlar seu consumo energético de maneira semelhante aos animais de estômago simples, desde que a densidade de nutrientes da dieta seja suficientemente alta para que as restrições físicas não interfiram.

O consumo é uma atividade consciente, portanto, é racional concluir que outras atividades conscientes podem interagir afetando o comportamento de alimentação (MERTENS, 1996). Em humanos e outras espécies animais, o sabor, o odor, textura e aparência visual de um alimento podem afetar seu consumo. Em adição, o status emocional, interações sociais e o aprendizado podem também modificar a intensidade do consumo de um alimento (MERTENS, 1994). Mertens (1985), citado por MERTENS (1994), postula que estes mesmos fatores, ou similares a estes, afetam o consumo em ruminantes e sugere que devam ser agregados em uma classe de moduladores ou modificadores psicogênicos do consumo. Neste sentido, a regulação psicogênica do consumo envolve as respostas no comportamento animal, a fatores inibidores ou estimuladores no alimento ou ambiente de alimentação que não são relacionados à energia ou enchimento da dieta (MERTENS, 1987). A modulação psicogênica nada mais é que um fator de ajustamento escalar, que determina elevações ou reduções no consumo predito, física ou fisiologicamente, devido a interações entre animal e meio. A integração dos mecanismos pode ser melhor visualizada na Figura 1.



Fonte: MERTENS, 1994

Figura 1 - Ilustração da natureza bifásica descontínua da regulação do consumo, baseada em mecanismos físico e fisiológico.

O consumo animal, em longa escala temporal, é regulado, principalmente, pelo seu status energético, ou seja, por suas exigências de manutenção e produção (MERTENS, 1996). Contudo, em termos diários, o consumo pode ser regulado não só por fatores de natureza digestiva, como também por fatores relacionados à interface planta:animal (UNGAR, 1996).

Segundo CARVALHO (1997), a relação entre consumo e abundância de forragem, denominada resposta funcional, é, usualmente, descrita por uma função curvilínea, em que a taxa de consumo aumenta com a altura ou biomassa da planta, até atingir uma assíntota decorrente da saturação em se processar o alimento. Todavia, esta relação é fenomenológica, necessitando ser explicada, não podendo ser utilizada, diretamente, para explicar o consumo de animais sob pastejo.

Assim, a compreensão da regulação do consumo, relacionada à interface planta:animal, deve receber um enfoque reducionista (mecanicista), o qual pode ser melhor demonstrado, desmembrando-se o consumo em variáveis de menor escala, segundo as equações (ALLDEN e WHITTAKER, 1970; HODGSON, 1982):

Consumo = Tempo de Pastejo x Taxa de Ingestão

Taxa de Ingestão = Tamanho do Bocado x Taxa de Bocados

Dentro de períodos extremamente curtos de tempo (minutos), a taxa de ingestão (TI) é limitada por propriedades morfológicas da vegetação e pelo aparato ingestivo do animal (UNGAR, 1996). Assim, percebe-se que, apesar das inter-relações entre as variáveis descritas acima, o tamanho do bocado (TmB) é a variável de maior importância, relacionando o consumo e a estrutura da pastagem (CARVALHO, 1997). Uma vez que a quantidade de forragem apreendida em um bocado é uma pequena fração do requerimento diário do animal, reduções no TmB, causadas por condições adversas do relvado devem ser compensadas pela ampliação do tempo de pastejo (TP) e ou na taxa de bocados (TxB), a fim de manter o consumo diário (FORBES, 1988; PENNING et al., 1991). No entanto, nem sempre as compensações ocorrem de forma integral (Figura 2) (FORBES, 1988), podendo atingir um nível crítico, em que há redução do consumo (ALLDEN e WHITTAKER, 1970).

As dimensões do bocado são determinadas por seu volume, o qual é produto de sua área e sua profundidade, e por sua densidade, dada pela massa ingerida por unidade de volume do bocado.

A área do bocado é, de forma geral, menos sensível a alterações na estrutura da pastagem (HODGSON et al., 1994). Esta, diminui de forma linear com a densidade da pastagem e aumenta de forma quadrática com a altura do relvado (Gordon e Lascano, 1993, citados por CARVALHO, 1997). Normalmente, a área abrangida por um bocado é maior que a área da boca do animal, devido ao uso da língua (bovinos) e movimentos horizontais da cabeça (ovinos) (CARVALHO, 1997).

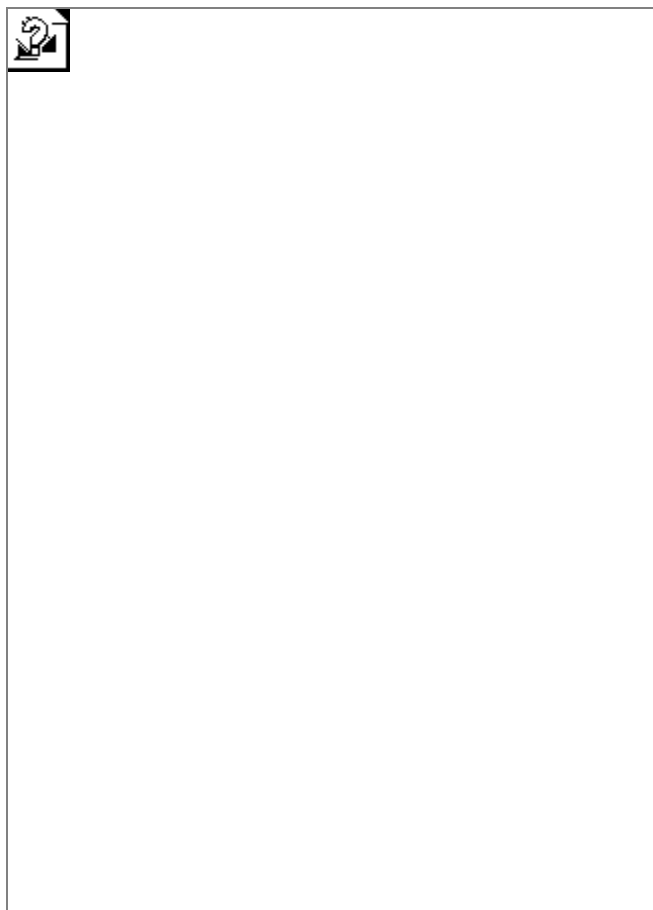
A profundidade do bocado, por sua vez, é função primária da altura do relvado, havendo, contudo, interação negativa com a densidade do relvado (UNGAR, 1996). A profundidade é a variável que mais responde às alterações na estrutura da pastagem e a que mais influencia o TmB (CARVALHO, 1997).



Fonte: ALLDEN e WHITTAKER, 1970

Figura 2 - Inter-relações consumo, tamanho do bocado, taxa de bocado e tempo de pastejo, em resposta a diferentes disponibilidades de massa forrageira.

Em condições temperadas, a altura do relvado é o componente estrutural da pastagem de maior influência sobre o TmB (PENNING et al., 1991), no entanto, para forrageiras tropicais, o TmB está mais relacionado à densidade de folhas na superfície do relvado ou à razão folha:caule do que à altura do relvado em si (FORBES, 1988). A Figura 3 mostra um conjunto de variáveis que influenciam o consumo animal sob pastejo.



Fonte: CARVALHO, 1997

Figura 3 - Representação esquemática do consumo de um animal em pastejo, assumindo o bocado como base do comportamento ingestivo.

III. Metodologias de Estimação do Consumo a Pasto:

III.1. Estimação Direta:

Os processos de estimação direta do consumo de animais sob pastejo, embora não tenham correlação direta com a estimação do consumo de animais estabulados, são assim denominadas por envolverem a pesagem, em ao menos alguma fase da determinação, de material semelhante ao ingerido pelo animal.

III.1.1. Mudanças no Peso Vivo:

A pesagem de animais com a finalidade de estimar o consumo, em períodos curtos de tempo, talvez seja a mais antiga forma de estimação de consumo à pasto, sendo inicialmente sugerida por Erizian em 1932 (LE DU e PENNING, 1982; MINSON, 1990). Obviamente, seria simplista afirmar que a pesagem direta dos animais poderia acuradamente predizer seu consumo, uma vez que estes estão sujeitos a eventos naturais, como a defecação, que tornaria a metodologia viesada, caso se considerasse apenas a diferença direta no peso vivo.

Assim, a metodologia requer mensurações acuradas, não só do peso do animal, antes e após

o período de pastejo, como também das perdas de peso insensíveis, por urina e por fezes (McMENIMAN, 1997), juntamente com a determinação do consumo de água durante o período de determinação (LE DU e PENNING, 1982).

As equações gerais para estimação do consumo, adaptadas de MINSON (1990) e PENNING e HOOPER (1985), podem ser descritas como:

$$TI = [(P_2 + F + U + PPI) - P_1 - L] / t \quad (1);$$

$$CMS = TI \times TP \times MS\% \quad (2).$$

em que

TI = taxa de ingestão (g/minuto ou g/hora);

P_2 = peso vivo ao final do período de determinação (g);

P_1 = peso vivo ao início do período de determinação (g);

F = excreção fecal (g);

U = excreção urinária (g);

PPI = perda de peso insensível (g);

L = consumo de água (g);

t = tempo efetivo de pastejo, durante o período de determinação (minutos ou horas);

CMS = consumo de matéria seca (g/dia);

TP = tempo de pastejo (minutos/dia ou horas/dia); e

MS% = teor de matéria seca da dieta.

O procedimento de campo para determinação pode ser descrito simplificadaamente nos seguintes passos (ALLDEN e WHITTAKER, 1970; McMENIMAN, 1997):

1. Adaptar os animais à pastagem na qual se fará a determinação;
2. No período imediatamente anterior à determinação, confinar os animais, privando-os de alimento e água, acoplado a eles bolsas coletoras para fezes e urinas, por aproximadamente uma hora. A razão entre a diferença de peso vivo ao início e final deste período (corrigida para fezes e urina) e o tempo de confinamento fornece a taxa de perda de peso insensível;
3. Liberar imediatamente os animais na pastagem, ainda com os coletores de fezes e urina, por aproximadamente uma hora, mensurando o tempo dispendido na atividade de pastejo e o consumo de água;
4. Pesquisar os animais, as fezes e a urina;
5. Paralelamente, em animais semelhantes, fazer mensurações do tempo total diário dispendido em atividade de pastejo;

6. Amostrar, através da simulação de pastejo, a dieta selecionada pelo animal.

A necessidade de considerar-se as variações de peso por defecação e micção consiste, talvez, na principal limitação da técnica (AROEIRA, 1997). De acordo com FRANCE et al. (1988) e MOORE e SOLLEMBERGER (1997), o uso de bolsas coletoras não é recomendado, principalmente com bovinos, pois causam desconforto e interferem diretamente no comportamento de pastejo dos animais. Neste enfoque, torna-se coerente adaptar os animais aos aparatos anteriormente ao período de mensuração, a fim de minimizar os efeitos de interferência.

A perda de peso insensível (PPI) é caracterizada praticamente pela perda de água nos processos respiratórios, de transpiração e de evaporação (KLEIBER, 1961). Embora considerada como satisfatória a avaliação da taxa de PPI durante a uma hora que precede o período de pastejo (ALLDEN e WHITTAKER, 1970; McMENIMAN, 1997), dados na literatura mostraram que diferenças significativas existem em função das condições ambientais e da atividade exercida pelo animal, que poderiam introduzir erros nas estimativas de consumo obtidas (Tabela 1), podendo-se obter coeficientes de variação de até 25% nos valores obtidos entre animais (PENNING e HOOPER, 1985). Cole e Kleiber (1945), citados por KLEIBER (1961), encontraram PPI, para vacas em pastejo, variando de 0,5 a 1,5kg/hora.

Tabela 1 - Perda de peso insensível (PPI), em ovelhas estabuladas, caminhando (CAM), alimentando-se em pé (ALI), ociosas em pé (OCP) e deitadas, em ruminação (DRU)

	CAM		ALI		OCP		DRU	
Dia	1	2	1	2	1	2	1	2
Temperatura do Ar (C°)	8	8	8	8	8	8	8	14
Velocidade de Caminhada (m/min)	9	2	-	-	-	-	-	-
PPI (g/min)	2,7	1,9	1,3	1,4	1,6	1,1	0,6	1,0

Fonte: PENNING e HOOPER, 1985.

Como citado anteriormente, para estimação do consumo total, é necessário o conhecimento do tempo de pastejo total diário (PENNING e HOOPER, 1985), o qual pode ser obtido por observação direta (ALLDEN e WHITTAKER, 1970) ou pelo emprego de vibracorders ou telemetria (McMENIMAN, 1997). Contudo, sendo o consumo de matéria seca produto do tempo de pastejo (TP) e da taxa de ingestão (TI), obtêm-se uma nova possibilidade de introdução de erro nas estimativas. Não existem evidências de que a TI de um animal, durante a primeira hora de pastejo, seja totalmente relacionada à TI durante todo o período de pastejo, sendo que, o produto TP x TI pode estar mais relacionado ao consumo potencial do que ao consumo efetivo ou real. Ronney et al. (1996), citados por McMENIMAN (1997), compararam a metodologia a estimativas paralelas, obtidas pelo uso de n-alcanos, e concluíram que a diferença de peso dos animais superestima o consumo porque a TI diminui à medida que se prolonga o tempo de pastejo.

A necessidade de conversão da massa ingerida em função do teor de MS pode,

semelhantemente, levar à introdução de fontes subjetivas de erro, uma vez que a amostragem da dieta deve ser feita via pastejo simulado (MINSON, 1990), método de amostragem no qual não se conhece a real discrepância entre a amostra coletada e a dieta realmente selecionada (EUCLIDES et al., 1992).

Apesar de todas as possíveis fontes de erro, PENNING e HOOPER (1985) concluíram não haver diferenças entre as estimativas de consumo obtidas pelo diferencial de peso e pelo uso de óxido crômico.

A técnica do diferencial de peso apresenta vantagens sobre os demais métodos quando o acesso a procedimentos mais sofisticados é difícil, devido à sua simplicidade (McMENIMAN, 1997). Semelhantemente, as estimativas podem ser obtidas em um período de tempo relativamente curto, com apenas duas horas de trabalho por dia (PENNING e HOOPER, 1985), quando comparada, por exemplo, ao uso de óxido crômico, que requer um período mínimo de 12 dias (LE DU e PENNING, 1982), além de procedimentos laboratoriais mais complexos.

Em adição, quando as condições da pastagem variam muito rapidamente, o diferencial de peso pode ser a única técnica disponível sob estas condições, para se avaliar com rapidez as respostas no consumo (PENNING e HOOPER, 1985).

III.1.2. Comportamento ingestivo:

A produção animal sob pastejo depende amplamente da quantidade e qualidade da forragem disponível e da capacidade do animal em colhe-la e utilizá-la (FORBES, 1988). Neste enfoque, o consumo de MS em pastejo pode ser definido a partir de variáveis de base mecanicistas (CARVALHO, 1997) que o relacionem à interface planta/animal, podendo ser estimado pela seguinte equação (Spedding et al., 1966, citados por MINSON, 1990; ALLDEN e WHITTAKER, 1970):

$$\text{CMS} = \text{TP} \times \text{TxB} \times \text{TmB} \quad (3).$$

em que:

CMS = consumo de matéria seca (g/dia);

TP = tempo dispendido em pastejo (minutos/dia ou horas/dia);

TxB = taxa de bocados (bocados/minuto ou bocados/hora); e

TmB = tamanho do bocado (gMS/bocado).

De um modo geral, para análise do comportamento ingestivo, a interrelação entre as variáveis demonstradas na equação 3, permite a estimação de qualquer uma delas, a partir do conhecimento das demais (HODGSON, 1982; FORBES, 1988). O emprego paralelo de outra técnica de estimação de consumo permite a determinação indireta do tamanho do bocado (TmB) (HODGSON, 1982). Contudo, estas estimativas são, normalmente, inferiores às obtidas diretamente (Tabela 2) (FORBES, 1988), que pode ser devido à acumulação do erro provindo da metodologia extra empregada. O objetivo, neste caso, é puramente comparativo entre tratamentos, nos quais deve-se priorizar a precisão, uma vez que a exatidão é perdida pelo acúmulo de erro. Assim, se o objetivo da técnica é a determinação do consumo de MS, torna-se necessária a estimação direta dos demais componentes da equação.

A estimação do tempo de pastejo (TP) pode ser derivada de observações diretas (contínuas ou descontínuas) (ALLDEN e WHITTAKER, 1970; HODGSON, 1982) ou pelo emprego de equipamentos automatizados, como o vibracorder (McMENIMAN, 1997). Quando a determinação do consumo de MS é o único objetivo, a descrição do comportamento de pastejo pode ser simplificada em termos de "pastejando" e "não pastejando".

Tabela 2 - Tamanho médio do bocado (TmB) (mgMO/bocado) de vacas e ovelhas estimado por meio direto ou a partir do emprego de metodologia paralela para determinação do consumo de matéria seca

Item	Observações						
	1	2	3	4	5	6	7
TmB calculado							
Vacas	0,29	0,49	0,58	0,60	0,61	0,45	0,52
Ovelhas	0,44	0,84	1,29	0,78	1,20	0,72	0,58
TmB mensurado							
Vacas	0,34	0,50	1,47	1,69	1,03	0,36	0,54
Ovelhas	0,58	0,90	1,69	1,03	-	0,96	0,72

Fonte: adaptado de FORBES (1988).

Na mensuração direta do comportamento de pastejo descontínua ou em intervalos, assume-se que cada avaliação seja representativa da atividade exercida pelo animal desde o momento da avaliação anterior (HODGSON, 1982), sendo portanto necessária a delimitação de um intervalo de tempo seguro, para minimizar o risco de erros. GARY et al. (1970) não encontraram diferenças significativas entre as estimativas do TP, tomadas a partir de observações contínuas e a intervalos de 1, 15, 30 e 45 minutos, no entanto, intervalos de 5-10 minutos são mais comumente utilizados (Tabela 3).

A taxa de bocados (TxB) média pode ser calculado a partir da razão entre o número total de bocados e o TP, o que torna mais realísticas as estimativas (HODGSON, 1982). No entanto, por questões de praticidade, a TxB é estimada em períodos curtos de tempo.

Jamieson e Hodgson, em 1979, propuseram a estimação da TxB em observação direta a partir da mensuração do tempo necessário para execução de 20 bocados ininterruptos (HODGSON, 1982; FORBES, 1970). Posteriormente, o método foi modificado devido a superestimativas e dificuldades metodológicas, propondo-se a mensuração do número de bocados em um intervalo definido de tempo (ex.: 2 minutos), que leva a estimativas mais coerentes da TxB (Forbes e Hodgson, 1985, citados por FORBES, 1988).

Tabela 3 - Estimativas de tempo de pastejo em função de diferentes intervalos de observação

Procedimento de Avaliação	Tempo de Pastejo
Contínuo	7,50
Intervalos de 5 minutos	7,47
Intervalos de 10 minutos	7,42

Fonte: Jamieson (1975), citado por HODGSON (1982).

Contudo, como na técnica do diferencial de peso vivo, a mensuração em um único período do dia pode levar à estimativas errôneas da taxa de ingestão (TI), e sendo esta produto da TxB e TmB , obviamente que erros seriam observados em ambos. Segundo CHACON et al. (1976) são necessárias pelo menos duas estimações, durante os dois grandes períodos de pastejo do animal, pela manhã e pela tarde (Tabela 4). MOORE e SOLLEMBERGER (1997) acrescentam que, o comportamento ingestivo pode sofrer variações entre dias.

Tabela 4 - Comportamento ingestivo de vacas Jersey não lactantes em pastagem de *Avena sativa* (média de três estágios de crescimento)

Item	Períodos de pastejo		
	Manhã (08:00-14:00)	Tarde (14:00-08:00)	Diário
Tempo de pastejo (minutos)	227	192	419
Número de bocados	15.014	25.359	40.373
Número de bocados de coleta	11.057	9.753	20.810
Bocados de mastigação c/ a cabeça erguida	2.388	1.687	4.075
Bocados de ruminação	1.334	13.919	15.253
Tamanho do bocado de coleta (mgMO/bocado)	514	370	442
Tamanho do bocado de ingestão (mgMO/bocado)	334	231	283
Taxa de ingestão (gMO/minuto)	19,8	13,8	16,8

Fonte: CHACON et al. (1976).

A observação direta do comportamento de pastejo é laboriosa e desconfortável e tende a ser substituída por procedimentos automatizados (HODGSON, 1982; CHAMBERS et al., 1981). De uma forma geral, suas maiores limitações são: (1) restrições à duração dos períodos de observação devido à alta demanda de trabalho; (2) a dificuldade de se manter a concentração por longos períodos, surgindo a necessidade de equipes de observadores com o conseqüente risco de variações individuais na interpretação da atividade de pastejo.

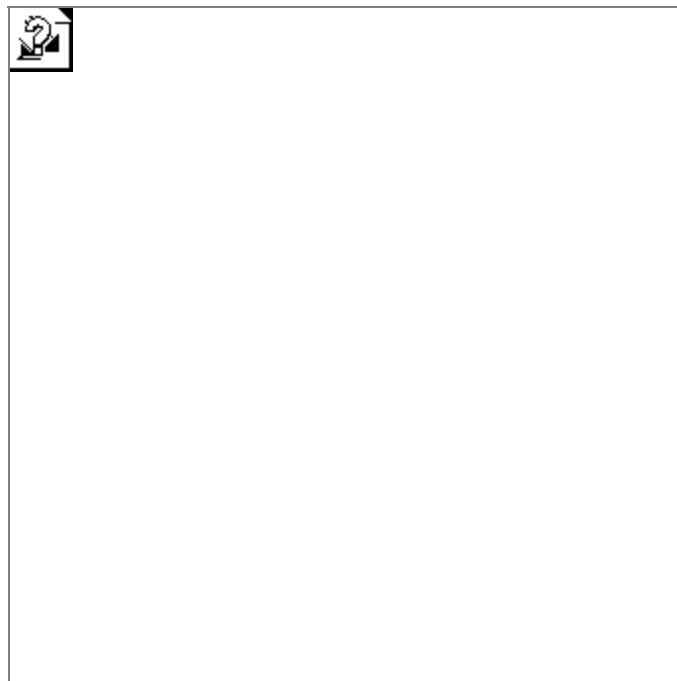
A presença de observadores parece exercer influência direta sob o comportamento de pastejo do animal, comprometendo a veracidade das estimativas de TP e TxB (CHACON et al., 1976). Esta questão, juntamente com a maior atenção necessária para a estimação da TxB, acabam por exigir a necessidade de equipamentos para observação, que tornam o identificador menos móvel e mais passível de cometer erros. Durante o período noturno, mesmo de forma menos intensa, há ocorrência de atividade de pastejo, que exige equipamentos especiais e uma identificação eficiente do animal, normalmente com tintas reflectivas.

Quando um grupo de observadores é empregado, torna-se importante organizar sessões preliminares de treino, buscando-se reduzir variações individuais que poderiam, casualmente, serem confundidas com diferenças entre tratamentos ou momentos de avaliação (HODGSON, 1982). Observações sobre a TxB dependem acima de tudo de uma definição adequada do bocado (FORBES, 1988).

Alternativamente, o tempo de pastejo pode ser medido automaticamente com o emprego de telemetria ou vibracorder (McMENIMAN, 1997). Este último, possivelmente o mais empregado, consiste de um pêndulo vibrante que registra em um disco, acoplado a um relógio (Figura 4), os movimentos da cabeça do animal, a qual, presume-se, estar abaixada na atividade de pastejo (HODGSON, 1982).

CHACON et al. (1976) propuseram um sistema simples de avaliação do comportamento de pastejo a partir de um vibracorder e dois contadores, os quais medem o número de movimentos da mandíbula. O contador A funciona continuamente, enquanto que o contador B somente é ativado junto com o vibracorder, ou seja, quando em atividade de pastejo.

Torna-se importante salientar que o número total de bocado (NTB) não é, em hipótese alguma representativo do número de bocados para coleta de forragem, sendo portanto necessários critérios seletivos para distinção entre bocados de captura de forragem (BC), de ingestão ou mastigação (BI), de ruminação (BR) (CHACON et al., 1976) e, posteriormente identificados, bocados de manipulação do relvado (BM) (CHAMBERS et al., 1981).



Fonte: adaptado por HODGSON (1982).

Figura 4 - Disco de vibracorder, mostrando uma seqüência de períodos de pastejo (representado pelas linhas escuras).

Estimativas diretas do TmB podem ser obtidas pelo emprego da técnica do diferencial de peso vivo (ALLDEN e WHITTAKER, 1970) ou pela coleta do material ingerido em bolsas, através de fístula esofágica (STOBBS, 1973), associando-se, em ambos os casos, mensurações concomitantes do TP e TxB (HODGSON, 1982; FORBES, 1988). Os procedimentos, normalmente, são realizados em períodos de 15-30 minutos (MINSON, 1990; MOORE e SOLLEMBERGER, 1997), em diferentes turnos em um dia, haja visto a variação diária da taxa de ingestão (CHACON et al., 1976). O TmB é obtido pela divisão do peso do material ingerido ou extrusa coletada pelo número de bocados, medido durante o período de avaliação (FORBES, 1988).

Previamente à coleta de extrusa, procedimento mais adotado, sugere-se que os animais sejam submetidos a um período de jejum, tanto para assegurar o consumo em pastagens esparsas ou de baixa palatabilidade (FORBES, 1988), como para evitar a contaminação (e possível superestimação) por material regurgitado do rúmen (McMENIMAN, 1997). Contudo, dados na literatura têm apontado que o jejum pode elevar o TmB e conseqüentemente a taxa de ingestão, sendo aconselhado reduzi-lo ao mínimo possível (FORBES, 1988). STOBBS (1973) sugeriu o uso de tampões de borracha para o esôfago, que bloqueariam o refluxo a partir do rúmen e assegurariam a coleta total do material ingerido.

Em tese, o cálculo do consumo de MS baseado no número e tamanho dos bocados deveria ser muito próximo ao real. Contudo, na prática, principalmente em sistemas automatizados, as estimativas de TmB podem se tornar tendenciosas ou errôneas, principalmente pelo confundimento de BC e BI (feitos com a cabeça abaixada), os quais respondem por cerca de 6-11% dos movimentos da mandíbula (CHACON et al., 1976), e ainda, por BM, os quais tornam-se mais intensos à medida que a altura do relvado se eleva (CHAMBERS et al., 1981). Com o intuito de tentar contornar parte destes problemas, CHACON et al. (1976) sugeriram dois novos conceitos, demonstrados nas equações abaixo:

$$TMBC = W / (BC + BI\grave{a}) \quad (4);$$

$$TMBI = W / (BC + BI\grave{a} + BI\acute{a}) \quad (5).$$

em que

TMBC = tamanho do bocado de coleta (g);

TMBI = tamanho do bocado de ingestão ou mastigação (g);

W = peso seco da extrusa coletada (g);

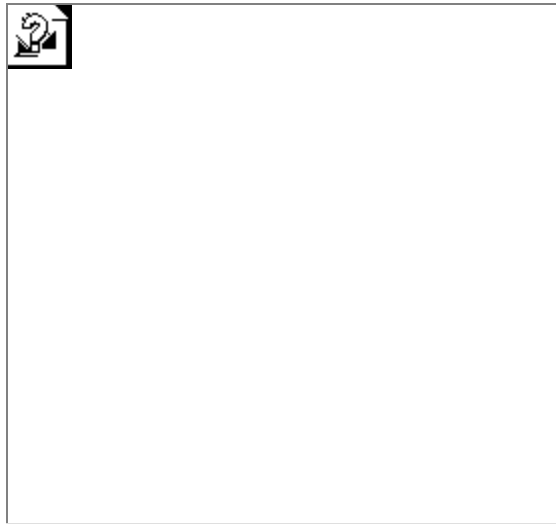
BC = bocados de coleta; e

BI \grave{a} , BI \acute{a} = bocados de mastigação ou ingestão, com a cabeça abaixada e ereta, respectivamente.

O número de bocados de mastigação ou ingestão, feitos coma cabeça ereta, pode ser conseguido através da associação de observações diretas e das informações dos contadores e do vibracorder, a fim de se separar os BR dos bocados totais com a cabeça erguida.

Observa-se que o bocado de ingestão ou mastigação possui maior massa e menor número que o de coleta (Tabela 4).

O sistema automatizado proposto por CHACON et al. (1976) só é realmente efetivo em pastagens de baixa altura, sendo necessário, em forrageiras cespitosas ou alto relvado a utilização de acelerômetros (MINSON, 1990), os quais registram movimentos da cabeça associados com movimentos da mandíbula (CHAMBERS et al., 1981). Um exemplo de acoplação de equipamento para mensuração do comportamento ingestivo pode ser visto na Figura 5.



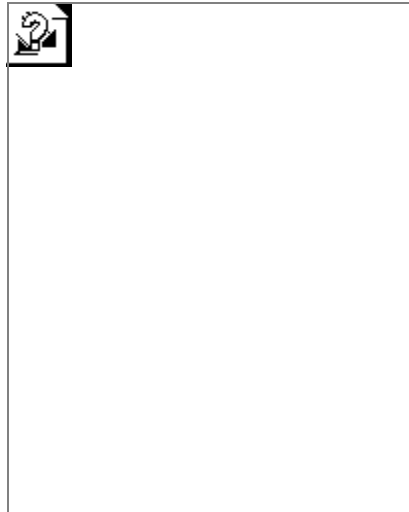
Fonte: CHAMBERS et al. (1981).

Figura 5 - Posicionamento de aparelhagem para mensuração de comportamento de pastejo, destacando-se os interruptores de mercúrio (a) e mandíbula (b) e acelerômetro (c) no lado direito da cabeça de uma ovelha.

Com o avançar da tecnologia, novos equipamentos são desenvolvidos, com recursos de eletrônica e informática, com vistas ao aumento da acurácia na determinação do comportamento ingestivo (CHAMBERS et al., 1981; PENNING, 1983; LUGINBUHL et al., 1987). LACA et al. (1992) propuseram a construção de placas artificiais de micropastagem para melhor avaliar a estrutura, o tamanho e o comportamento do bocado (Figura 6)

Segundo CHACON et al. (1976) e MOORE e SOLLEMBERGER (1997), a estimacão do consumo de MS pelo comportamento ingestivo é consideravelmente precisa, podendo ser aplicada em uma grande gama de situações, apresentando vantagem, sobre outro métodos, por exigir poucas análises laboratoriais. Contudo, HODGSON (1982) afirma que somente na ausência de erro o consumo de MS pode ser igual ao produto da equação 3. Assim, como a isenção de erro é difícil de se alcançar, torna-se mais prudente considerar as mensurações de comportamento ingestivo como meio de explicar os efeitos observados sobre o consumo, do que propriamente estimá-lo.

No caso de sua utilização, a escolha do melhor procedimento para gerar as estimativas dos componentes do comportamento de pastejo será fortemente influenciada pela conveniência, flexibilidade, compreensão e custos do processo.



Fonte: Laca et al. (1993), adaptado por CARVALHO (1997).

Figura 6 - Avaliação do comportamento ingestivo em micropastagem construída.

III.1.3. Método do Corte ou Diferença Agronômica:

Em teoria, a diferença agronômica é a mais direta e acurada de todas as técnicas de estimação de consumo, pois, é similar às técnicas utilizadas em confinamentos. Analogamente, o consumo é dado pela diferença entre a forragem ofertada e a recusada (MOORE e SOLLEMBERGER, 1997). A redução observada na massa forrageira ofertada deve ser dividida pelo produto do número de animais e o tempo de pastejo (BURNS et al., 1994), segundo a equação:

$$CMS = \frac{(M_i - M_f)}{NA \times TP} \quad (6)$$

(NA x TP)

em que

CMS = consumo de matéria seca (kg/animal/dia);

M_i e M_f = massa disponível ao início e final do período de pastejo, respectivamente (kg/ha);

NA = número de animais (animais/ha); e

TP = tempo de pastejo (dias).

De forma geral, a acurácia da técnica depende, principalmente, de três fatores (MINSON, 1990):

1. do erro em estimar a disponibilidade de forragem inicial e final;
2. da proporção de forragem oferecida que é consumida pelos animais; e
3. do crescimento da forragem durante o período de pastejo.

O consumo dos animais só poderá ser calculado de forma exata se a disponibilidade de matéria seca do pasto puder ser mensurada acuradamente. Portanto, conclui-se que a diferença agrônômica não é mais acurada que os métodos utilizados para estimar a disponibilidade da pastagem (McMENIMAN, 1997), envolvendo todos os problemas ligados a essas metodologias.

Um dos maiores problemas consiste na determinação do número de amostras necessárias para a estimação adequada da disponibilidade de massa (BURNS et al., 1994; AROEIRA, 1997). As variações atribuídas à amostragem do pasto podem ser agravadas em pastagens de composição variada ou com alta incidência de comportamento de pastejo em mosaico (MOORE e SOLLEMBERGER, 1997).

Métodos estatísticos podem ser empregados, com a finalidade de prover estimativas adequadas da disponibilidade e, conseqüentemente, da variação na massa disponível e do número de amostras necessárias para a estimação adequada (BURNS et al., 1994). De forma simplista, o número de amostras necessárias, para que se obtenha estimativas coerentes da disponibilidade, deve ser tal, que permita coeficientes de variação máximos, entre amostras, de 10 a 15% (McMENIMAN, 1997), o que pode, possivelmente, ser tomado como referência inicial para determinação de consumo pela diferença agrônômica.

O método do corte é aplicado, principalmente, quando o período de pastejo é curto e quantidades relativamente grandes de forragem, por unidade de área, são consumidas, durante este período (MEIJS et al., 1982; McMENIMAN, 1997). De forma geral, as estimativas de consumo, obtidas pela diferença agrônômica, parecem ser menos viesadas quando obtidas em sistemas de pastejo rotacionado ou em faixas (MINSON, 1990), que leva a aplicações diferentes em pastejos contínuos (MOORE e SOLLEMBERGER, 1997).

A maior parte das variações observadas são atribuídas ao crescimento do pasto, o qual, quando não considerado, leva a subestimativas do consumo de matéria seca (AROEIRA, 1997). Segundo MOORE e SOLLEMBERGER (1997), no pastejo rotacionado, com intervalos de pastejo de um a dois dias, a estimação da massa disponível apenas antes e após o pastejo são suficientes para se estimar o consumo. Contudo, períodos de pastejo superiores a isto, levam a estimativas errôneas, caso não haja correção para o crescimento do pasto.

O método mais comumente empregado para a correção para a taxa de crescimento consiste no uso de gaiolas de exclusão, em que, os animais são excluídos de algumas áreas do pasto, durante o período de medição. A avaliação da taxa de crescimento deve ser feita por meio de cortes periódicos. O valor da taxa de crescimento é obtido pela divisão da forragem acumulada pelo número de dias de acúmulo, valor que, após corrigido para o número de dias de pastejo, deve ser adicionado ao segundo termo da equação 6. Ao final de cada avaliação as gaiolas devem ser movidas para que as taxas de rebrotação da forragem pastejada sejam o mais representativas possível do relvado sob pastejo.

No entanto, ao optar-se pelo uso de gaiolas, assume-se que, a taxa de crescimento determinada seja idêntica àquela da forrageira sob pastejo (MOORE e SOLLEMBERGER, 1997), o que pode constituir uma fonte de erro, uma vez que o perfil de crescimento pode ser distinto nestas duas situações. O acúmulo de forragem na área pastejada será menor que o da área não pastejada, devido à desfolhação (redução no IAF), pisoteio e contaminação por fezes (MEIJS et al., 1982; PARSONS et al., 1984). Segundo MEIJS et al. (1982), se o período de medição da taxa de acumulação de forragem for superior a uma semana, a estimativa torna-se viesada devido à formação de um microclima dentro da gaiola, diferente do clima ao qual está submetida o restante da pastagem, que influencia diretamente no crescimento da

forrageira protegida.

Assim, para tentar compensar estes efeitos inevitáveis sobre a correção para taxa de crescimento, Linehan e colaboradores, em 1947, propuseram a determinação da massa consumida pelos animais a partir das seguintes equações (MEIJS et al., 1982):

$$\text{CMS} = M_I - M_F + (g \times D M_E) \quad (7)$$

$$D M_E = M_{FE} - M_I \quad (8)$$



(9)

em que

CMS, M_I , M_F = definidos anteriormente;

$D M_E$ = diferencial de acumulação de forragem (kg/ha);

M_{FE} = disponibilidade de massa sob a gaiola após o período de acúmulo (kg/ha); e

g = fator de correção de Linehan.

Para proposição do fator de correção, Linehan e seus colaboradores assumiram que as taxas de acumulação de forragem e de consumo são proporcionais à quantidade de massa presente em um dado momento do período de pastejo (MEIJS et al., 1982).

AROEIRA (1997), referindo-se a estimativas de consumo obtidas pela diferença agrônômica, realizadas no Centro Nacional de Pesquisa em Gado de Leite (EMBRAPA – Coronel Pacheco-MG), relatou que, as variabilidades observadas na técnica parecem ser maiores, quanto maior for o porte da forrageira analisada. Esta afirmativa pode ser melhor visualizada pelos dados expostos na Tabela 5, em que, o desvio das estimativas, em comparação ao consumo medido pelo uso de óxido crômico, teve menor amplitude em pastagens de coast-cross, de crescimento prostrado, quando comparado a pastagem de alfafa.

Tabela 5 - Estimativas de consumo (kgMS/dia) de capim "coast-cross" por vacas em lactação, durante o período das chuvas, e de alfafa, durante nove meses do ano

Forrageira	Metodologia	
	Diferença Agrônômica	Óxido Crômico
Coast-cross	15,6	15,0
Alfafa	13,8	16,4

Fonte: adaptado de AROEIRA (1997).

As perdas de massa por pisoteio ou esmagamento podem levar a superestimativas do consumo, caso não forem consideradas (McMENIMAN, 1997), as quais podem ser em parte contornadas caso a amostragem seja feita com corte ao nível do solo (BURNS et al., 1994). Outras fontes de erro, possíveis de superestimar o consumo, são: a desfolhação por insetos (MOORE e SOLLEMBERGER, 1997) e o consumo por outros animais, não incluídos no experimento (coelhos, veados, outros ruminantes, etc...) (BURNS et al., 1994).

Contudo, mesmo sendo consideradas todas as possíveis fontes de erro, MCMENIMAN (1997) afirma que, a grande limitação do método consiste no fato de que uma única estimativa de consumo é obtida, não sendo, portanto, obtidos indicativos de variação animal. No entanto, a diferença agrônômica seja, talvez, a única técnica que permita a estimativa do consumo de espécies difíceis de manejar, como por exemplo, espécies selvagens.

III.2. Estimativa Indireta:

A estimativa indireta do consumo de matéria seca é assim denominada, por se basear na mensuração de elementos diferentes daqueles ingeridos pelo animal e, normalmente, lançar mão de artifícios matemáticos para estimativa do consumo voluntário.

III.2.1. Método dos Indicadores:

O método dos indicadores seja, talvez, o mais amplamente utilizado e aceito para determinação indireta do consumo de animais em pastejo. Este se baseia na relação entre a excreção fecal diária, utilizada como parâmetro básico de indigestibilidade da dieta consumida, lançando-se mão, posteriormente, de artifícios indiretos de determinação da digestibilidade dietética, a fim de obter, por meio de uma relação reversa, a quantidade de matéria seca consumida diariamente (DETMANN, 1999).

III.2.1.1. Estimativa da Excreção Fecal:

A medição direta da excreção fecal de um animal é realizada por intermédio da coleta total de fezes, com o uso de arreios e bolsas coletoras. De acordo com FRANCE et al. (1988) e MOORE e SOLLEMBERGER (1997), esta técnica não é recomendada, particularmente com bovinos, pois as bolsas de coleta causam desconforto e interferem no comportamento de pastejo dos animais. Além disso, o manejo e a mensuração de grande quantidade de fezes tornam-se laboriosos e pouco práticos.

A determinação da excreção fecal pelo método dos indicadores baseia-se no emprego de uma substância de referência ou índice (indicador), a qual, sendo ingerida na dieta, deve ser recuperada totalmente nas fezes (BRISSON et al., 1957; COELHO DA SILVA et al., 1968). Dessa forma, a excreção fecal pode ser quantificada pela equação descrita por SMITH e REID (1955):

$$\text{Excreção fecal(g/dia)} = \frac{\text{Indicador fornecido (g/dia)}}{\text{Concentração do indicador nas fezes (g/gMS)}} \quad (10)$$

Concentração do indicador nas fezes (g/gMS)

Um indicador ideal deve apresentar as seguintes características:

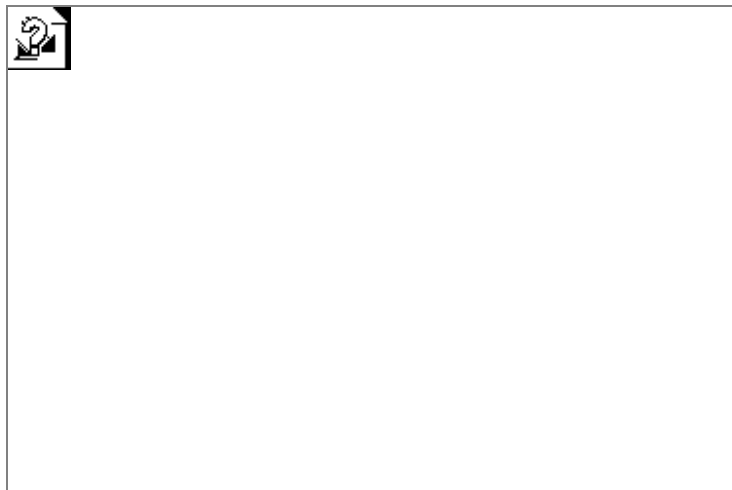
1. não deve ser absorvido ou ter digestibilidade constante e conhecida;
2. não deve afetar ou ser afetado pelo trato digestivo ou sua população microbiana;
3. deve fluir paralelamente ou ser fisicamente similar ou se associar intimamente com o material a ser marcado; e
4. deve ter um método de determinação rápido e preciso.

Nenhum indicador preenche todos estes requisitos, mas o grau de tolerância do erro difere de acordo com a variável inicialmente medida (OWENS e HANSON, 1992).

Diferentes elementos, na forma de sais ou óxidos, são empregados como indicadores, dentre eles, podemos destacar: itérbio, érbio, európio, cádmio, ouro, cério e cromo. Este último, na forma de óxido crômico (Cr_2O_3), é, sem dúvida, o indicador mais amplamente utilizado na determinação da excreção fecal, principalmente por apresentar as vantagens de ser barato, facilmente incorporado à dieta e ser analisado com relativa facilidade (MERCHEN, 1988). Este servirá de referência para a maioria das considerações feitas neste tópico.

A técnica que permite o emprego da equação 10, denominada infusão contínua, se baseia no fornecimento contínuo de uma dosagem do indicador, com a finalidade de marcar uniformemente a digesta, a fim de causar uma razão constante entre o marcador e a digesta (OWENS e HANSON, 1992). Desta forma, admite-se que, a dosagem da concentração em uma amostra fecal pode ser representativa da concentração em toda a matéria seca fecal.

Contudo, a suposição de excreção constante durante o período de um dia deve ser interpretada cuidadosamente, uma vez que, o perfil nictemeral de excreção encontrado, não possui forma linear e estável, mas sim oscilatória (SMITH e REID, 1955; CORBETT et al., 1959, HOPPER et al., 1978), que consiste no maior entrave para o emprego desta técnica (Figura 7).



Fonte: SMITH e REID, 1955

Figura 7 - Perfil nictemeral de excreção do óxido crômico.

O procedimento clássico de utilização do óxido crômico para determinação da excreção fecal, em animais sob pastejo, é descrito a seguir (HOPPER et al., 1978; LIMA et al., 1980; OWENS e HANSON, 1992):

1. Fornecer aos animais doses de mesmo peso (normalmente de 5 a 10 g), oralmente ou

- via fístula ruminal, às 8 e 17 h, por sete dias;
2. Durante mais cinco dias, manter o procedimento de dosagem, realizando, concomitantemente, coletas de fezes diretamente no reto dos animais;
 3. Secar as amostras fecais em estufa de ventilação forçada por 72 horas e proceder à moagem do material;
 4. Compor o material, com base no peso seco ao ar, proporcionalmente (frações de mesmo peso para cada coleta realizada);
 5. Analisar a amostra composta quanto ao teor de cromo (normalmente por espectrofotometria de absorção atômica, conforme WILLIAMS et al., 1962);
 6. Calcular a excreção fecal por intermédio da equação 10.

O objetivo principal do fornecimento da dose diária de cromo, fracionada em duas porções de mesmo peso, é reduzir a amplitude de variação do perfil de excreção do indicador (BRISSON et al., 1957; BURNS et al., 1994). Contudo, a cada vez que o indicador é fornecido, os animais devem ser contidos. Isto amplia o estresse, que pode alterar o comportamento de pastejo, o consumo e, conseqüentemente, a excreção fecal (BURNS et al., 1994; POND et al., 1995). A partir desse argumento, especula-se se que o nível de interferência pode ser um elemento significativo no comportamento de consumo; assim, a redução no número de dosagens diárias poderia fornecer um valor de consumo mais próximo ao real, devido ao menor distúrbio do comportamento de pastejo (LANGLANDS et al., 1963; OWENS e HANSON, 1992). DETMANN (1999) ao comparar os valores de excreção fecal obtidos por diferentes metodologias, concluiu que, a aplicação de óxido crômico uma única vez ao dia, às 13 h, forneceu o melhor valor de excreção fecal com vistas à determinação do consumo de animais sob pastejo. Todavia, validações ainda são necessárias para se confirmar a efetividade desta forma de aplicação de indicadores internos.

Vários problemas têm sido relatados, na literatura, com relação ao uso do óxido crômico: incompleta mixagem com a digesta ruminal (CORBETT et al., 1959; COELHO DA SILVA et al., 1968), passagem mais rápida pelo rúmen que o material fibroso (VAN SOEST, 1994) e possibilidade de acúmulo em alguma parte do trato digestivo (Schneider e Flatt, 1975, citados por PEREIRA et al., 1983). Em adição, a pressuposição de estaticidade de fluxo do indicador (*steady state*), torna-se extremamente teórica, uma vez que grandes variações são observadas no modelo de excreção fecal do óxido crômico, principalmente, em condições de pastejo, com comportamento de alimentação infreqüente e variações na no fluxo fecal (OWENS e HANSON, 1992).

Recentemente, o cromo e outros indicadores têm sido empregados de forma ligada à parede celular, complexo denominado mordante (UDÉN et al., 1980; VAN SOEST, 1994), cuja técnica de utilização, conhecida como dose pulso ou dose única, consiste na aplicação de uma única dose e subseqüente amostragem fecal a tempos definidos, com vistas a caracterizar a curva de excreção do indicador nas fezes (Figura 8) (BURNS et al., 1994; POND et al., 1995), a qual é posteriormente ajustada por meio de modelos matemáticos não-lineares, como os descritos por ELLIS et al. (1979). As vantagens da dose pulso sobre a infusão contínua são: (1) possibilidade de obtenção conjunta de parâmetros da cinética de trânsito da digesta e, (2) menor tempo para obtenção das amostras (aproximadamente seis dias).

A determinação da excreção fecal foi, posteriormente, incorporada à rotina de utilização, como parâmetro secundário, obtida pela relação entre a dose de indicador e a área sob a curva de excreção ajustada matematicamente (HOLLEMAN e WHITE, 1989; SUSMELL et al., 1996), segundo a equação:

$$F = \frac{D}{\int C_t \cdot dt} \quad (11)$$

$$\int C_t \cdot dt$$

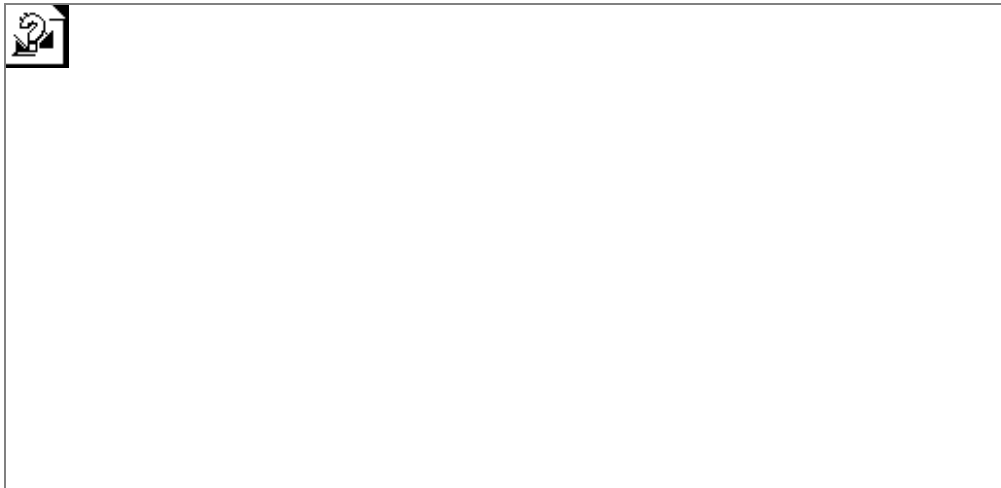
em que

F = excreção fecal (kg/h);

D = dose de cromo (mg); e

$\int C_t \cdot dt$ = integral da equação ajustada para concentração (ppm) do indicador nas fezes, em função do tempo pós-dosagem.

Os resultados apresentados na literatura, com relação ao emprego da dose pulso para determinação da excreção fecal, apontam valores satisfatórios (FRANCE et al., 1988; HOLLEMAN e WHITE, 1989; e SUSMELL et al., 1996), embora vários autores tenham encontrado grande amplitude de variação (MADER et al., 1984; MOORE et al., 1992). De forma geral, a dose pulso demonstra maior exatidão, em detrimento da maior precisão da infusão contínua (HATFIELD et al., 1990; DETMANN, 1999).



Fonte: DETMANN (dados não publicados)

Figura 8 - Perfil de excreção fecal de cromo, em metodologia de dose pulso, em animal sob pastejo.

Marchas analíticas para produção de complexos indicador/fibra e a definição dos tempos de coleta para descrição da curva de excreção fecal podem ser encontrados em ÚDEN et al. (1980), MADER et al. (1984), MOORE et al. (1992) e DETMANN (1999).

II.2.1.2. Estimação Indireta da Digestibilidade:

Uma vez conhecida a excreção fecal, parâmetro referência de indigestibilidade da dieta consumida, o próximo passo é a determinação indireta da digestibilidade da dieta, a fim de se obter o consumo diário de matéria seca, por meio da equação:

$$CMS = EF / (1 - DIG) \quad (12)$$

em que

CMS = consumo de matéria seca (kg/dia);

EF = excreção fecal (kg/dia); e

DIG = digestibilidade da dieta.

A amostragem de dietas de animais em condições de pastejo tem sido alvo de inúmeras investigações, as quais têm buscado ampliar a acurácia na determinação dos componentes físicos e bromatológicos (qualidade) ingeridos pelos animais manejados nestas condições. O animal é seletivo por natureza, buscando ingerir componentes da pastagem que lhe provêm nutrientes de forma mais eficiente. Assim, SILVA (1997) afirmou que, a análise da pastagem, por meio de corte por si só, parece não ser uma estimativa ideal da dieta selecionada pelos animais, principalmente quando se avalia a composição química da pastagem.

A dificuldade de obter amostras representativas do material selecionado pelo animal em pastejo, tem levado ao uso de animais fistulados, principalmente no esôfago (MINSON et al., 1976), os quais permitem a obtenção de amostras da dieta ingerida (extrusa). Os animais escolhidos para a fistulação devem ser dóceis e, preferencialmente, semelhantes aos submetidos ao estudo.

A coleta de amostras deve ser realizada no período em que os animais têm tendência natural ao pastejo, normalmente de manhã ou ao final da tarde. Recomendações existem em se submeter os animais a um período prévio de jejum, anterior à realização da coleta, para se evitar problemas de contaminação por material regurgitado do rúmen (McMENIMAN, 1997), embora, segundo MINSON et al. (1976), este procedimento possa reduzir o comportamento seletivo do animal. Amostras de 700-1000 g podem ser conseguidas em 15-20 minutos e, raramente, é necessário amostrar por mais de 30 minutos.

Embora amplamente apontada como o melhor indicativo da dieta selecionada pelo animal, alguns problemas têm sido relatados à sua utilização, como: contaminação por nitrogênio salivar ou perda de materiais solúveis, o que pode comprometer sua digestibilidade e a acurácia das análises (MINSON et al., 1976) e, o pouco tempo em que as amostras são obtidas pode torná-las não representativas da forragem consumida durante todo o período de pastejo (McMENIMAN, 1997), além do inconveniente da exigência de animais fistulados, os quais nem sempre são disponíveis.

Em substituição à extrusa esofágica, a simulação manual do pastejo, tem sido sugerida e apontada, em alguns trabalhos, como alternativa viável (EUCLIDES et al., 1992; DE VRIES, 1995), embora, estudos têm mostrado discrepância entre os valores da extrusa e pastejo simulado (LOPES et al., 1996; DETMANN et al., 1999). Para EUCLIDES et al. (1992), a maior limitação do método é o não conhecimento da real discrepância entre a amostra coletada e a forragem realmente ingerida pelo animal. McMENIMAN (1997) reportou que, o método é efetivo em pastagens homogêneas, mas, de difícil aplicação em pastagens com mais de um espécie. Por outro lado, DETMANN et al. (1999), ao compararem extrusa e pastejo simulado, em termos quantitativos, reportaram que o uso desta técnica forneceria consumos de forragem inferiores à extrusa, com base no teor de FDN indigestível, e concluíram ser a extrusa, quantitativamente, mais confiável.

De forma geral, a técnica é simples e requer pouco equipamento. O amostrador deve ser hábil em identificar as espécies, ou partes da planta, pastejadas pelo animal (McMENIMAN,

1997), a fim de amostrar coerentemente a dieta. Este procedimento deve ser realizado, preferencialmente, por um mesmo amostrador, treinado, em todos os tratamentos e por todo o período de experimentação, a fim de evitar variações por fatores de amostragem.

Para avaliação da digestibilidade de forragens, o uso de microrganismos do rúmen, em ensaios *in vitro*, está bem estabelecido e é potencialmente acurado e preciso e, dentre os procedimentos existentes, a marcha de dois estágios, proposta por TILLEY e TERRY (1963), tem sido a mais amplamente utilizada. Esta consiste na submissão da amostra de forragem a 48 horas de digestão em líquido ruminal, seguidas de mais 48 horas em solução de pepsina ácida. A digestibilidade obtida é empregada na equação 12, para obtenção do consumo.

Contudo, para COCHRAN et al. (1986), este procedimento não simula as alterações na digestibilidade por efeito associativo, nível de consumo e taxa de passagem, observados *in vivo*, sendo, portanto, a técnica *in vitro* inadequada para determinação do consumo a pasto.

A digestibilidade da forragem sob pastejo pode ser estimada a partir do conteúdo de constituintes indigestíveis, também chamados indicadores internos, naturalmente presentes no pasto e nas fezes (BERCHIELLI et al., 1996; ALMEIDA, 1998). Este método se baseia no fato de que, à medida que o alimento transita pelo trato gastrointestinal, a concentração do indicador aumenta progressivamente pela remoção de outros componentes, por digestão e absorção (ASTIGARRAGA, 1997), estabelecendo-se assim relações de causa e efeito entre a concentração do indicador e os diferentes eventos digestivos aos quais o alimento é submetido.

Entre os indicadores existentes, a fibra indigestível, tanto em detergente neutro (FDNi) como em detergente ácido (FDAi), obtida após 144 horas de incubação *in vitro* ou *in situ*, pode ser empregada em estudos com animais em pastejo (PENNING e JOHNSON, 1983; COCHRAN et al., 1986).

Neste procedimento, a fibra excretada nas fezes não representa por si a fração indigestível completamente. Assim, faz-se necessária a incubação de fezes, uma vez que qualquer fator que reduza o tempo de exposição ou a atividade dos microrganismos celulolíticos leva à perda de parede celular potencialmente digestível nas fezes (MINSON, 1990).

Neste enfoque, o consumo pode ser obtido segundo a equação:

$$\text{CMS} = (\text{EF} \times \text{CIF}) / \text{CIFO} \quad (13)$$

em que

CMS = consumo de matéria seca (kg/dia);

CIF = concentração do indicador nas fezes;

CIFO = concentração do indicador na forragem; e

EF = excreção fecal (kg/dia).

ALMEIDA (1998), ao determinar o consumo voluntário de novilhos em pastagem natural, durante as épocas de água e seca, não encontrou diferenças entre os valores fornecidos pela digestibilidade *in vitro* da matéria e FDNi. Contudo, DETMANN (1999) encontrou que, a

digestibilidade *in vitro* levou à superestimação do consumo de novilhos suplementados à pasto e, melhores resultados foram obtidos pelo uso da FDNi.

III.2.2. Performance Animal:

O consumo de forragem por um animal pode ser estimado a partir de sua performance (MINSON e McDONALD, 1987). Esse tipo de procedimento é atrativo, pois, sua forma simples, envolve somente a pesagem do produto animal, anotações e cálculos (BAKER, 1982), oferecendo, assim, alternativa às técnicas baseadas em mensurações da pastagem ou relações excreção fecal/digestibilidade, em situações onde facilidades de trabalho ou laboratório são limitadas.

O consumo de forragem é calculado a partir dos requerimentos de energia para manutenção e produção, os quais são equacionados com a concentração energética da forragem:

$$CMS = \frac{E_M + E_P}{E_F} \quad (14)$$

E_F

em que

CMS = consumo de matéria seca (kg/dia);

E_M e E_P = exigências de energia para manutenção e produção, respectivamente (unidades energéticas/dia); e

E_F = energia da forragem (unidades energéticas/kg MS).

Observa-se, pois, que a precisão da estimativa é intimamente dependente de estimativas adequadas dos sistemas energéticos e da habilidade de se medir a produção animal (BAKER, 1982).

Muitos sistemas para predição de exigências e valor nutritivo dos alimentos existem atualmente, como o americano National Research Council (NRC), o britânico Agricultural and Food Research Council (AFRC) e o australiano Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO), os quais nem sempre convergem para os mesmos valores. Logicamente, deve-se optar por um sistema único para se avaliar o desempenho animal e as características do alimento, a fim de evitar erros devido a estas diferenças, mesmo que pequenas, em uma mesma situação de predição.

Para um dado nível de performance, um quantidade diária de energia deve ser consumida, a qual pode ser acessada por meio de tabelas ou equações (NRC, 1988, 1996; AFRC, 1993). É importante ressaltar que, o consumo de energia e a energia da forragem devem ser expressas na mesma unidade (NDT, em kg; energia digestível, metabolizável ou líquida, em Joules ou Calorias).

A estimativa da exigência de manutenção consiste, talvez, na maior dificuldade para o estabelecimento de valores exatos para as exigências totais do animal. A maioria das tabelas e equações, que buscam estimar estes valores, são baseadas em animais estabulados, os quais, possuem, concretamente, atividades diferentes de animais em pastejo e, segundo

MOORE e SOLLEMBERGER (1997), podem subestimar os valores. Segundo o NRC (1996), a energia total despendida para atividade em pastejo é influenciada por: disponibilidade e qualidade da forragem, topografia, clima, distribuição de aguadas, genótipo ou interações entre estes fatores. Evidências indicam que, 10-20% de energia adicional são exigidos para animais manejados em pequenos piquetes e, cerca de 50% para pastejo extensivo ou em áreas de morro (BAKER, 1982; NRC, 1996). Fatores de ajuste são sugeridos pelo AFRC (1993) e pelo CSIRO (1990, citado pelo NRC, 1996).

As fontes de erro de maior potencial, na avaliação de animais em variação de peso, são: (1) diferenças nas exigências para ganho quanto a raça, sexo e plano nutricional prévio (ganho compensatório), e (2) animais, principalmente lactantes, podem ter períodos de perda de peso, em que, energia corporal é desviada para o atendimento das exigências (BAKER, 1982).

O peso do animal, e sua variação, são variáveis comuns na maioria dos experimentos, contudo, de particular importância nesta técnica. Todavia, a pesagem é passível de erros e deve ser realizada em vários animais, durante um longo período de tempo, para minimizá-los (Reeves et al., 1996, citados por McMENIMAN, 1997; MOORE e SOLLEMBERGER, 1997). MINSON (1990) sugeriu a realização da mensuração pelo período de um mês.

O peso dos animais, ao início e final do período de mensuração, deve ser tomado "cheio" e com "enxugo" (privação de água e alimento por 12-16 horas) (MOORE e SOLLEMBERGER, 1997), o qual minimiza os erros devidos a variações no enchimento do trato digestivo.

Para vacas, é necessário levar em consideração as exigências de gestação e produção de leite. BAKER (1982) sugeriu que o leite deve pesado e analisado no mínimo duas vezes por semana. Para o caso de vacas de corte, de difícil ordenha, recomenda-se proceder à pesagem do bezerro antes e após a "mamada", cujo diferencial fornece a estimativa da produção de leite.

Após a estimação das exigências do animal, deve-se proceder à avaliação energética do alimento. Em muitos casos, os valores disponíveis em tabelas de composição são adequados. Todavia, quando maior precisão é exigida, é necessário obter amostras da forragem consumida e avaliá-las por meio de análises químicas (BRAKE, 1982; MOORE e SOLLEMBERGER, 1997). Habitualmente, lança-se mão de equações que envolvem digestibilidade *in vitro*, como a sugerida por Terry et al. (1973, citados por BRAKE, 1982):

$$ED = 0,1233PB + 0,1705D + 0,285MS \quad (15)$$

em que

ED = energia digestível (MJ/kg);

PB = proteína bruta (g/kgMS);

MS = matéria seca (g/kg); e

D = matéria orgânica digestível *in vitro* (g/kgMS).

As unidades de energia podem ser facilmente inter-convertidas, por meio das equações:

$$ED = 4,409 \times (NDT/100) \quad (16)$$

$$ED = 4,4 \times MOD \quad (17)$$

$$EM = 0,82 \times ED \quad (18)$$

em que

ED e EM = energias digestível e metabolizável (Mcal/kg);

NDT = nutrientes digestíveis totais (%MS); e

MOD = matéria orgânica digestível (%MS).

Quando alimentos suplementares são fornecidos à pasto, torna-se necessário deduzir sua contribuição energética. Os suplementos são creditados com seu valor energético puro, assumindo-se que não existem efeitos associativos (BRAKE, 1982). Sendo a digestibilidade o principal determinante da concentração e eficiência de utilização de energia (MOORE e SOLLEMBERGER, 1997), a não consideração de interações entre os alimentos pode constituir fonte de erro, uma vez que a adição de suplementos, normalmente, altera a digestibilidade da forragem, quer seja aditivamente (KRYSL et al., 1989; HANNAH et al., 1991), ou detrimentalmente (DETMANN, 1999).

Quando animais se encontram sob pastejo intensivo, a avaliação da dieta pode não ser facilmente acessível, exigindo métodos mais simples (MINSON e McDONALD, 1987). Assim, equações preditivas, de natureza empírica, derivadas de equações de regressão múltiplas baseadas em variáveis físicas, comparativamente fáceis de mensurar (NEAL et al., 1984), são comumente propostas, as quais foram recentemente revisadas por MINSON (1990). MINSON e McDONALD (1987), ao elaborarem modelo para animais de corte em crescimento, não encontraram diferenças entre os valores preditos e observados, concluindo ser o método não tendencioso. Contudo, a maioria das equações propostas são derivadas de experimentos únicos, empregando somente fatores referentes ao animal (CAIRD e HOLMES, 1986), que pode reduzir a explicabilidade da variação total e reduzir sua aplicação a situações específicas, semelhantes às estudadas.

Em muitos casos, os dados de consumo obtidos pela produção animal podem estar sujeitos a grandes erros. Na prática, todavia, os cálculos são usados, mais freqüentemente, para estimativas indiretas da remoção de massa do pasto por um tratamento, comparado a outros. Os erros envolvidos tendem, sistematicamente, a uma mesma direção para todos os tratamentos (BRAKE, 1982), o que permite caracterizar o consumo em comparações relativas (McMENIMAN, 1997), e não absolutas.

Quando a produção animal é avaliada corretamente, a técnica fornece estimativas de consumo aceitáveis para muitas finalidades mas, não é um método que pode ser recomendado para estudos críticos, particularmente em curtos períodos de tempo, devido a dificuldades em se estimar mudanças no peso corporal.

IV. Conclusões:

Inúmeras metodologias para estimação do consumo à pasto estão disponíveis na literatura e, um mesmo método pode ser realizado com diferentes adaptações.

Independente da opção, deve-se ter em mente que todo procedimento de estimação deve ser dividido em dois períodos: preliminar e de mensuração. Durante o período preliminar, não menos importante, o animal é adaptado à dieta. Este, normalmente, varia de 7 a 14 dias, sendo de 10 dias a média recomendada para regiões tropicais (MINSON et al., 1976).

Observadas todas as pressuposições, a escolha do melhor método dependerá, acima de tudo, de sua aplicabilidade frente à situação estudada e, principalmente, do domínio sobre a técnica.

Referências Bibliográficas:

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. 1993. Energy and protein requirements of ruminants. **Cambridge: CAB International. 159p.**

ALLEN, M.S. 1996. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. **J. Anim. Sci.**, 74:3063-3075.

ALLDEN, W.G., WHITTAKER, I.A.M. 1970. The determination of herbage intake by grazing sheep: the interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. **Aust. J. Agric. Res.**, 21: 755-766.

ALMEIDA, M.S. **Cinética ruminal e consumo voluntário de pasto por bovinos mantidos em pastagem natural na Zona da Mata, Viçosa – MG.** Viçosa, MG: UFV, 1998, 97p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1998.

AROEIRA, L.J.M. Estimativa de consumo de gramíneas tropicais. In: DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES, 1997, Lavras. **Anais...** Lavras: FAEP, 1997. p.127-163.

ASTIGARRAGA, L. Técnicas para la medición del consumo de rumiantes en pastoreo. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1997, Maringá. **Anais...** Maringá:UEM, 1997. p. 1-23.

BALCH, C.C., CAMPLING, R.C. 1962. Regulation of voluntary food intake in ruminants. **Nut. Abs. Rev.**, 32:669-686.

BAKER, R.D. 1982. Estimating herbage intake from animal performance. In: LEAVER, J.D. (Ed.) **Herbage intake handbook.** Dumfries: The British Grassland Society. p.77-94.

BERCHIELLI, T.T., MAURO, F.R.C., FURLAN, C.L. et al. Avaliação de indicadores internos para determinação da digestibilidade da matéria seca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. v.3, p.44-45.

BRISSON, G.J., PIGDES, W.J., SYLVESTRE, P.E. 1957. Effect of frequency of administration of chromic oxide on its fecal excretion pattern by grazing cattle. **Can. J. Anim. Sci.**, 37:90-94.

BURNS, J.C., POND, K.R., FISHER, D.S. 1994. Measurement of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation, and utilization**. Winsconsin: American Society of Agronomy. p.494-532.

CAIRD, L., HOLMES, W. 1986. The prediction of voluntary intake of dairy cows. **J. Agric. Sci.** 107:43-54.

CARVALHO, P.C.F. A estrutura da pastagem e o comportamento ingestivo de ruminantes em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1997, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 1997. P.25-52.

CHACON, E., STOBBS, T.H., SANDLAND, R.L. 1976. Estimation of herbage consumption by grazing cattle using measurements of eating behaviour. **J. Br. Graasl. Soc.**, 31: 81-87.

CHAMBERS, A.R.M., HODGSON, J., MILNE, J.A. 1981. The development and use of equipment for the automatic recording of ingestive behaviour in sheep and cattle. **Grass and Forage Sci.**, 36: 97-105.

COCHRAN, R.C., ADAMS, D.C., WALLACE, J.D. et al. 1986. Predicting digestibility of different diets with internal markers: Evaluation of four potential markers. **J. Anim. Sci.**, 63:1476-1483.

COELHO DA SILVA, J.F., CAMPOS, J., CONRAD, J.H. 1968. Uso do óxido crômico na determinação da digestibilidade. **Experientiae**, 8:1-23.

COELHO DA SILVA, J.F., LEÃO, M.I. 1979. **Fundamentos da nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livrocere. 384p.

CORBETT, J.L., GREENHALGH, J.F.D., FLORENCE, E. 1959. Distribution of chromium sesquioxide and polyethyleneglycol in the reticulum-rumen of cattle. **Br. J. Nutr.**, 13:337-345.

DETMANN, E. **Cromo e constituintes da forragem como indicadores, consumo e parâmetros ruminais em novilhos mestiços, suplementados, durante o período das águas**. Viçosa, MG: UFV, 1999, 115p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.

DETMANN, E., PAULINO, M.F.P., ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Avaliação qualitativa de dois métodos de amostragem de dieta em pastagens de capim braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. (no prelo).

DE VRIES, M.F.W. 1995. Estimating forage intake and quality in grazing cattle: a reconsideration of the hand-plucking method. **J. Range Maneg.**, 48:370-375.

ELLIS, W.C., MATIS, J.H., LASCANO, C. 1979. Quantitating ruminal turnover. **Federation Proc.**, 38:2702-2706.

EUCLIDES, V.P.B., MACEDO, M.C.M., OLIVEIRA, M.P. 1992. Avaliação de diferentes

métodos de amostragem (para se estimar o valor nutritivo de forragens) sob pastejo. **R. Soc. Bras. Zoot.**, 21: 691-702.

FARIA, V.P., MATTOS, W.R.S. 1995. Nutrição de bovinos tendo em vista performances econômicas máximas. In: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C., FARIA, V.P. (Eds.) **Nutrição de bovinos: conceitos básicos e aplicados**. Piracicaba: FEALQ. p.199-222.

FRANCE, J., DHANOA, M.S., SIDDON, R.C. et al. 1988. Estimating the fecal producing by ruminants from faecal marker concentration curves. **J. Theor. Biol.**, 135: 383-391.

FORBES, T.D.A. 1988. Researching the plant-animal interface: the investigation of ingestive behavior in grazing animals. **J. Anim. Sci.**, 66: 2369-2379.

FORBES, J.M. 1993. Voluntary feed intake. In: FORBES, J.M., FRANCE, J. (Eds.) **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. Cambridge: University Press. p.479-494.

GARY, L.A., SHERRIT, G.W., HALE, E.B. 1970. Behaviour of charolais cattle on pasture. **J. Anim. Sci.**, 30: 203-206.

GOMIDE, J.A. 1995. Os volumosos na alimentação de vacas leiteiras. In: PEIXOTO, A.M. MOURA, J.C., FARIA, V.P. (Eds.): **Nutrição de bovinos: conceitos básicos e aplicados**. Piracicaba-SP: FEALQ. p.223-238.

GOMIDE, J.A., QUEIROZ, D.S. Valor alimentício das *Brachiarias*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11, 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p.223-248.

HATIFIELD, P.G., CLANTON, D.C., SANSON, D.W. et al. 1990. Methods of administering ytterbium for estimation of fecal output. **J. Range Man.**, 43:316-320.

HANNAH, S.M., COCHRAN, R.C., VANZANT, E.S. et al. 1991. Influence of protein supplementation on site and extent of digestion, forage intake, and nutrient flow characteristics in steers consuming dormant Bluestem-Range forage. **J. Anim. Sci.**, 69:2624-2633.

HODGSON, J. 1982. Ingestive behaviour. In: LEAVER, J.D. **Herbage intake handbook**. Dumfries: The British Grassland Society. p.113-138.

HODGSON, J., CLARK, D.A., MITCHELL, R.J. 1994. Foraging behavior in grazing animals and its impact on plant communities. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation, and utilization**. Winsconsin: American Society of Agronomy. p.796-827.

HOLLEMAN, D.F., WHITE, R.G. 1989. Determination of digesta fill and passage rate from nonabsorbed particulate phase markers using the single dose method. **Can. J. Zool.**, 67:488-494.

HOPPER, J.T., HOLLOWAY, J.W., BUTTS JR., W.T. 1978. Animal variation in chromium sesquioxide excretion patterns of grazing cows. **J. Anim. Sci.**, 46:1098-1102.

- ILLIUS, A.W., JESSOP, 1996. N.S. Metabolic constraints on voluntary intake in ruminants. **J.Anim. Sci.**, 74:3052-3062.
- KLEIBER, M. 1961. **The fire of life: an introduction to animal energetics**. New York: Robert E. Krieger Publishing Co. 453p.
- KRYSL, L.J., BRANINE, M.E., CHEEMA, A.U. et al. 1989. Influence of soybean meal and sorghum grain supplementation on intake, digesta kinetics, ruminal fermentation, site and extent of digestion and microbial protein synthesis in beef steers grazing blue grama rangeland. **J.Anim. Sci.**, 67:3040-3051.
- LACA, E.A., UNGAR, E.D., SELIGMAN, N.G. et al. 1992. An integrated methodology for studying short-term grazing behaviour of cattle. **Grass and Forage Sci.**, 47: 81-90.
- LE DU, Y.L.P., PENNING, P.D. 1982. Animal based techniques for estimating herbage intake. In: LEAVER, J.D. **Herbage intake handbook**. Dumfries: The British Grassland Society. p.37-76.
- LIMA, M.A., VIANA, J.A.C., RODRIGUES, N.M. et al. 1980. O uso do óxido crômico para estimar a excreção fecal de novilhos zebu em pastejo. **R. Soc. Bras. Zootec.**, 9:188-202.
- LOPES, F.C.F., AROEIRA, L.J.M., MALDONADO VASQUEZ, H. et al. 1996. Avaliação qualitativa de dois métodos de amostragem em pastagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). **R.Argentina Prod. Anim.**, 16:256 (supl. 1).
- LUGINBUHL, J.M., POND, K.R., RUSS, J.C. et al. 1987. A simple electronic device and computer interface system for monitoring chewing behavior of stall fed ruminant animals. **J. Dairy Sci.**, 70: 1307-1312.
- McMENIMAN, N.P. Methods of estimating intake of grazing animals. In: SIMPÓSIO SOBRE TÓPICOS ESPECIAIS EM ZOOTECNIA. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p.131-168.
- MEIJS, J.C.A., WALTERS, R.J.K., KEEN, A. 1982. Sward methods. In: LEAVER, J.D. **Herbage intake handbook**. Dumfries: The British Grassland Society. p.11-36.
- MERCHEN, N.R. 1988. Digestion, absorption and excretion in ruminants. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. New Jersey: Prentice Hall. p.172-201.
- MERTENS, D.R. 1987. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **J. Anim. Sci.**, 64:1548-1558.
- MERTENS, D.R. Analysis of fiber in feeds and its use in feed evaluation and ration formulation. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras. **Anais...**, Lavras: SBZ, 1992. p,1-33.
- MERTENS, D.R. 1994. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Winsconsin: American Society of Agronomy.

p.450-493.

MERTENS, D.R. 1996. Methods in modelling feeding behaviour and intake in herbivores. **Ann. Zootech.**, 45:153-164. (Suplento 1).

MINSON, D.J., STOBBS, T.H., HEGARTY, M.P. et al. 1976. Measuring the nutritive value of pasture plants. In: SHAW, N.H., BRYAN, W.W. (Eds.) **Tropical pasture research**. Oxford: CAB International. p.308-338.

MINSON, D.J. 1990. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press. 483p.

MINSON, D.J., McDONALD, C.K. 1987. Estimating forage intake from the growth of beef cattle. **Trop. Grassl.**, 21:116-122.

MOORE, J.A., POND, K.R., POORE, M.H. et al. 1992. Influence of model and marker on digesta kinetic estimate for sheep. **J. Anim. Sci.**, 70:3528-3540.

MOORE, J.E., SOLLEMBERGER, L.E. Techniques to predict pasture intake. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL SOB PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1997. p.81-96.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1996. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7 ed. Washington, DC.: Academic Press. 242p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1988. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6 ed. Washington, DC.: Academic Press. 158 p.

NEAL, H.D.S.C., THOMAS, C., COBBY, J.M. 1984. Comparison of equations for predicting voluntary intake by dairy cows. **J. Agric. Sci.**, 103:1-10.

OWENS, F.N., HANSON, C.F. 1992. External and internal markers for appraising site and extent of digestion in ruminants. **J. Dairy Sci.**, 75:2605-2617.

PARSONS, A.J., COLLET, B., LEWIS, J. 1984. Changes in the structure and physiology of a perennial ryegrass sward when released from a continuous stocking management: implications for the use of exclusion cages in continuously stocked swards. **Grass and Forage Sci.**, 39: 1-9.

PENNING, P.D. 1983. A technique to record automatically some aspects of grazing and ruminating behaviour in sheep. **Grass and Forage Sci.**, 38: 89-96.

PENNING, P.D., HOOPER, G.E. 1985. An evaluation of the use of short-term weight changes in grazing sheep for estimating herbage intake. **Grass and Forage Sci.**, 40: 79-84.

PENNING, P.D., JOHNSON, R.H. 1983. The use of internal markers to estimate herbage digestibility and intake. 2. Indigestible acid detergent fiber. **J. Agric. Sci.**, 100:133-138.

PENNING, P.D., PARSONS, A.J., ORR, R.J. et al. 1991. Intake and behaviour responses

by sheep to changes in sward characteristics under continuous stocking. **Grass and Forage Sci.**, 46:15-28.

PEREIRA, J.C, GARCIA, J.A., COELHO DA SILVA, J.F. et al. 1983. Estudos de digestão em bovinos fistulados, alimentados com rações tratadas com formaldeído e contendo óleo. II. Métodos para estimativa da excreção de matéria seca fecal. **R. Soc. Bras. Zootec.**, 12:429-439.

POND, K.R, BURNS, J.C., FISHER, D.S. et al. 1995. **Intake monitoring systems: electronic and markers.** Raleigh: Department of Animal Science. 15p.

SILVA, E.A. **Características químicas; degradabilidade ruminal e consumo voluntário de um pasto natural nas estações chuvosa e seca.** Viçosa, MG: UFV, 1997, 70p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1997.

SMITH, A.M., REID, J.T. 1955. Use of chromic oxide as an indicator of fecal output for the purpose of determining the intake of a pasture herbage by grazing cows. **J. Dairy Sci.**, 38:515-524.

STOBBS, T.H. 1973. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. **Aust. J. Agric. Res.**, 24: 809-819.

SUSMEL, P., STEFANON, B., SPANGHERO, M. et al. 1996. Ability of mathematical models to predict faecal output with a pulse dose of indigestible marker. **Brit. J. Nut.**, 75:521-532.

TILLEY, J.M.A., TERRY, R.A. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **J. Br. Grassl. Soc.**, 18:104-111.

UDÉN, P., COLUCCI, P.E, VAN SOEST, P.J. 1980. Investigation of chromium, cerium and cobalt as markers in digesta. Rate of passage studies. **J. Sci. Food Agr.**, 31:625-632.

UNGAR, E.D. 1996. Ingestive behaviour. In: HODGSON, J., ILLIUS, A.W. (Eds.) **The ecology and management of grazing systems.** Wallingford: CAB International. p.185-218.

VAN SOEST, P.J. 1994. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2 ed. Ithaca: Cornell University Press. 476p.

WILLIAMS, C.H., DAVID, D.J., IISMA, O. 1962. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. **J. Agric. Sci.**, 59:381-385.

 [Voltar para UFV](#)

 [Voltar para Forragicultura e Pastagens](#)

 [Voltar para Zoo-650 - 1999 - Forragicultura](#)