



MÉTODOS PARA ESTIMATIVA DO CONSUMO DE FORRAGEIRAS TROPICAIS POR VACAS EM LACTAÇÃO EM CONDIÇÃO DE PASTEJO

Fernando César Ferraz Lopes
Engº Agrônomo, Dr. Analista da Embrapa Gado de Leite
e-mail: fernando@cnp.gl.embrapa.br

1. INTRODUÇÃO

A correta caracterização da qualidade e quantidade de forragem consumida pelos animais em regime de pastejo constitui relevante informação para definição dos programas de alimentação e de produção animal a serem utilizados (LOPES et al., 1997). BURNS et al. (1994) relataram que a quantidade de matéria seca (MS) ingerida diariamente é uma medida crítica para que o nutricionista faça inferências a respeito do alimento e da resposta animal. Esta assertiva é corroborada por FARIA et al. (1998) que afirmaram que na avaliação de uma planta forrageira, o consumo potencial deve ser o fator mais importante a ser analisado.

Também nos modelos matemáticos de avaliação e de predição de desempenho de rebanhos, o primeiro passo necessário para a formulação de uma dieta para vacas em lactação é a correta determinação do seu consumo diário (HULME et al., 1986).

Assim, métodos que estimem adequadamente o consumo sob condição de pastejo são fundamentais para investigação em pastagens. E ainda, um método ideal deve permitir integrar a qualidade da dieta selecionada e a quantidade consumida ao longo do dia. Tais informações são necessárias à aplicação dos padrões de requerimentos de nutrientes, objetivando recomendações para determinada resposta animal e produtividade por área (ASTIGARRAGA, 1997).

Este artigo teve como objetivo caracterizar e discutir as vantagens competitivas e limitações dos principais métodos utilizados para obtenção de estimativas de consumo de forrageiras tropicais por vacas em lactação manejadas sob pastejo. A forma de redação adotada foi o clássico estilo acadêmico de revisão de literatura, sendo, por isto, mais propriamente direcionado à consulta de pesquisadores, professores e estudantes de graduação e pós-graduação militantes na área.

2. MÉTODOS PARA ESTIMATIVA DO CONSUMO DE RUMINANTES SOB PASTEJO

Dificuldades inerentes às estimativas de consumo de ruminantes mantidos sob condição de pastejo

Os dados referentes ao consumo de forrageiras tropicais sob pastejo são escassos ou produzidos em condições específicas que dificultam sua utilização de forma mais generalizada. Esta carência de informações deve-se, principalmente, às dificuldades inerentes às estimativas de consumo de animais manejados em pastagem. Neste sentido, FIKE et al (2002) relataram que a estimativa do consumo de MS de vacas sob condição de pastejo é, por definição, mais difícil e menos acurada quando comparada à de vacas mantidas confinadas. As razões para tanto podem ser exemplificadas, considerando as diversas variáveis que influenciam e, que de forma inequívoca, determinam o consumo de MS de vacas sob condição de pastejo (LOPES et al., 2004b, 2005b).

ASTIGARRAGA (1997) relatou que a estimativa de consumo de animais manejados sob condição de pastejo é tão complexa que todos os métodos utilizados têm limitações e comprometimentos que podem induzir a erros. Por outro lado, concluiu o autor, enquanto nenhuma das técnicas é completamente adequada, cada uma delas tem valor em situações específicas e podem produzir resultados válidos, desde que suas limitações sejam conhecidas e consideradas.



premissas que regem a aplicação do método

Estimativas de consumo de pasto baseadas neste método requerem correções nos pesos corpóreos dos animais pelas perdas causadas por excreção de fezes, urina e por aquelas ditas imperceptíveis, decorrentes dos processos respiratórios e perdas de água corporal em resposta às diferentes atividades exercidas pelo animal (PENNING & HOOPER, 1985). Ademais, a eventual ingestão de água durante o período de pastejo deve ser igualmente considerada no cálculo do consumo, como apresentado a seguir (ASTIGARRAGA, 1997):

$$\text{Consumo} = (PV_{\text{após}} + F + U + P) - PV_{\text{antes}} - A$$

Onde: $PV_{\text{após}}$ = Peso vivo registrado após o evento de pastejo;

F = Peso das fezes excretadas;

U = Peso da urina excretada;

P = Perdas imperceptíveis de peso;

PV_{antes} = Peso vivo registrado antes do evento de pastejo;

A = Ingestão de água no período de estimação do consumo.

PENNING & HOOPER (1985) consideraram as perdas imperceptíveis de peso como a principal fonte de erro deste método, variando entre indivíduos, em função das condições ambientais e do tipo de atividade desenvolvida pelos animais. GIBB et al. (1998) relataram diferença nas perdas imperceptíveis de peso de vacas em lactação, em função do horário do dia, como consequência das flutuações na temperatura e umidade relativa do ar. Portanto, sua estimativa deveria ser realizada quando as condições climáticas são as mais próximas daquelas prevalentes durante a estimação da taxa instantânea de consumo (GIBB et al., 1997).

Protocolo geral para implementação da técnica

No procedimento relatado por PENNING & HOOPER (1985) e MCGILLOWAY et al. (1999) a estimação das perdas imperceptíveis de peso (P) é realizada imediatamente antes das avaliações de consumo, durante curto período de tempo e consiste no ajuste de arreios e bolsas para coleta de fezes (F) e de urina (U) nos animais, que são pesados (PV_{antes}) e, posteriormente, mantidos em gaiolas individuais. Nesse período, os animais não têm acesso à alimentação e água (PENNING & HOOPER, 1985) ou são impedidos de comer pelo uso de focinheira (MCMENIMAN, 1997; PATTERSON et al., 1998; MCGILLOWAY et al., 1999) ou máscara de plástico (ROMMEY et al., 1996). Após uma hora, são novamente pesados (Pesagem 2), sendo liberados ao pastejo por novo período de uma hora. Findo este prazo, os animais são novamente pesados ($PV_{\text{após}}$).

Para a expressão do consumo de pasto com base na matéria orgânica (MO) ou na MS, PENNING & HOOPER (1985), MCGILLOWAY et al. (1999) e BARRET et al. (2001) analisaram amostras de forragem obtidas por pastejo simulado. Esses autores utilizaram-se de técnicas de comportamento ingestivo (discutidas a seguir, no tópico 2.2) para apresentar resultados de taxa instantânea de consumo de forragem no pasto, expressos em g de MO/min, g de MS/bocado ou kg de MS/hora.

Limitações associadas à técnica

PENNING & HOOPER (1985) relataram como principais desvantagens desta técnica, a utilização dos arreios e bolsas para coleta de excretas, bem como do equipamento para registrar o tempo de pastejo, que, necessariamente, deve ser realizado em condições climáticas favoráveis. Além disso, a obtenção de amostras representativas de forragem consumida é uma limitação.



zação geral e classificação dos métodos de estimativas de consumo

PENNING (1982) relataram que quaisquer estimativas de consumo devem ser obtidas usando técnicas que provoquem no animal o mínimo desvio possível em relação às condições de pastejo. SMIT et al. (2005) acrescentaram que um bom método de estimativa de consumo de pasto deve produzir resultados com pequena variação e com alta repetibilidade.

As propostas de classificação dos métodos de estimativa de consumo de pasto foram feitas por vários autores. Por exemplo, MINSON (1990) propôs a classificação destes métodos de acordo com o período de estimação. Por outro lado, BURNS et al. (1994) propuseram um método de classificação destes métodos, conforme seja o consumo estimado de forma direta, indireta, ou indireta com base em indicadores. Sob outro ponto de vista, MOORE & SOLLENBERGER (1997) consideraram todas as formas de consumo de animais a pasto, como mensurações indiretas, classificando-as em formas de consumo individuais ou estimativas de consumo para grupos de animais ou para o grupo (Tab. 1). GREENHALGH (1982) relatou que os métodos de estimativa de consumo de pasto sob condição de pastejo podem ser divididos em duas grandes categorias: aqueles que se baseiam no desaparecimento de pasto e aqueles que se baseiam no ganho do animal.

Na abordagem, MAYES (1989) relatou que estimativas de consumo de pasto podem ser obtidas a partir da aplicação de métodos baseados em mensurações realizadas na pastagem (baseadas no peso do pasto) ou baseados em variáveis de resposta animal (diferença de pesos animal, comportamento ingestivo, *performance* animal, produção fecal e digestibilidade).

1. Propostas de agrupamento/classificação dos métodos de estimativas de consumo de animais sob condição de pastejo.

Método	Variável proposta para classificação		
	Duração mínima do período de estimação ¹	Forma de estimação ²	Estimativa de consumo individual ou por grupo ³
Diferença de pesos do animal	5 minutos	Direta	Individual ⁴
Diferença de peso do pasto	1 dia	Direta	Grupos de animais
Comportamento ingestivo	15 minutos	Direta ⁴	Individual
Variação das características da forragem	Alguns minutos ⁴	Empírica ⁴	Grupos de animais
Performance animal	1 mês	Empírica	Grupos de animais
Produção fecal e digestibilidade	1 semana	Indireta	Individual
Outros	1 semana	Indireta	Individual

¹ N (1990); ² BURNS et al. (1994); ³ MOORE & SOLLENBERGER (1997); ⁴ Informação complementar dada pelos autores acima, adequando o método às variáveis propostas.

ESTIMATIVAS DE CONSUMO BASEADAS NA DIFERENÇA DE PESOS DOS ANIMAIS

O consumo diário de MS de animais manejados em pastagem pode ser obtido diretamente por meio de pesagens contínuas, ou ainda, por pesagens realizadas antes e após cada evento de pastejo (BURNS et al., 1994). No primeiro caso, HORN (1978) citado por LE DU & PENNING (1994) utilizou transdutores de pressão fixados sob os cascos de bovinos e presos por uma cordão de bota, a fim de monitorar, via técnica de transmissão de dados por radiotelemetria, a perda instantânea de peso dos animais. Segundo BURNS et al. (1994), esta técnica exige grandes investimentos em equipamentos e à aquisição ou desenvolvimento de *software*, sendo, portanto, de emprego restrito. No segundo caso, pesagens acuradas podem ser feitas com balança eletrônica microprocessada, conectada a um sistema de



BURNS et al. (1994) e ASTIGARRAGA (1997), a maior limitação desta técnica é a curta duração de suas estimativas, bem como a necessidade de mensuração das excreções de urina e de fezes excretadas. Segundo GIBB et al. (1997), as taxas instantâneas não estimadas durante 1 h podem não ser representativas daquelas observadas em períodos mais prolongados de pastejo. Esses autores relataram como potenciais fontes de erro à técnica, a ocorrência de intervalos dentro das refeições, bem como as variações nas proporções de movimentos de mandíbula associados ou não às ações de bocado. Burns et al. (2004) relataram que o período de 1 h requerido para estimativa das perdas de peso, onde os animais não têm acesso à água ou alimento, pode provocar alterações no comportamento ingestivo, principalmente na primeira hora após a liberação para o pastejo. GIBB et al. (1998) e TAWHEEL et al. (2004) relataram diferença nas estimativas da taxa de consumo de vacas em lactação em função do horário do dia em que foram realizadas as determinações.

McGILLOWAY (1982) presumiu que esta técnica não seria suficientemente adequada para estudos com ovinos. BURNS et al. (1994) relataram que ela tem sido mais aplicada na avaliação de consumo de ovinos sob pastejo, como nos trabalhos de ALLDEN & WHITTAKER (1970) e de BURNETT & HOOPER (1985). No entanto, experimentos realizados com vacas em lactação por BURNETT et al., 1998; MCGILLOWAY et al., 1999; BARRETT et al., 2001; BARRETT et al., 2003) foram positivos, demonstrando flexibilidade e adequabilidade da técnica.

Desvantagens relativas associadas à técnica

BURNETT & HOOPER (1985) enumeraram potenciais vantagens da técnica, a saber: a estimativa de consumo pode ser obtida concentrando esforço de trabalho em intervalo de tempo relativamente curto (2 h). Para comparação, segundo os autores, estimativas de consumo obtidas com a técnica do "óxido de cromo III/digestibilidade *in vitro*" (apresentada adiante, no tópico 2.6) requeriam, no mínimo, 12 dias de trabalho de campo. Além disso, PENNING & HOOPER (1985) relataram que a técnica de estimativa de consumo por diferença de pesos dos animais é a única perfeitamente adequada em pastagens cujas condições alteram-se rapidamente.

Uma vantagem da técnica diz respeito ao pequeno número e à simplicidade das análises necessárias à sua implementação. ROMMEY et al. (1996) relataram que esta última vantagem poderia ser útil em situações onde sofisticados procedimentos analíticos, como os por outras técnicas (como por exemplo, *n*-alcanos), não fazem-se disponíveis.

ESTIMATIVAS DE CONSUMO BASEADAS NO COMPORTAMENTO INGESTIVO

Para estimar o consumo diário de MS de forragem, a partir das variáveis de comportamento ingestivo de animais sob pastejo é (MOORE & SOLLENBERGER, 1997):

$$\text{Consumo de MS, kg/dia} = (\text{Taxa de bocados, n}^{\circ}/\text{min} \times \text{Peso de um bocado, g} \times \text{Tempo de pastejo, min/dia})/1000$$

Além do consumo de MS, duas outras variáveis podem ser calculadas dos componentes desta equação, a saber: o número total de bocados por dia (Taxa de bocados x Tempo de pastejo) e a taxa de consumo de forragem (Taxa de bocados x Peso de um bocado), também denominada de taxa de consumo. Coletivamente, essas cinco variáveis descrevem o comportamento ingestivo (HODGSON, 1982).

A equação apresentada acima reduz o complexo padrão do comportamento animal no processo de pastejo a uma série de funções quantificáveis, permitindo perceber como respostas fisiológicas e estruturais da pastagem podem influenciar o consumo de forragem.



comportamento ingestivo como meio de explicar efeitos fenomenológicos observados no consumo de forragem, em preferência de utilizá-las na estimação do consumo *per se*, que pode, alternativamente, ser realizada por meio de outros métodos mais adequados.

Procedimentos de estimação da Taxa de bocados

HODGSON (1982) relatou que em estudos de monitoramento de comportamento ingestivo fazem-se comuns as dificuldades inerentes à exata definição da variável de interesse, que deve apresentar sentido biológico, mas, simultaneamente, permitir objetiva, consistente e precisa mensuração no campo.

Um "bocado" pode ser definido e contado com base no ruído produzido pelo animal ao arrancar a forragem na pastagem, bem como ao movimento associado da cabeça (ASTIGARRAGA, 1997; PATTERSON et al., 1998; BARGO et al., 2003). Os movimentos totais de mandíbula durante o processo de pastejo incluem as fases de apreensão, mastigação e deglutição da forragem, sendo que as ações relacionadas ao bocado podem representar somente 1/3 a 1/2 dos movimentos totais da mandíbula (ASTIGARRAGA, 1997).

A determinação da taxa de bocado pode ser realizada pela observação visual dos animais (HODGSON, 1982; WERNECK, 2001), juntamente com a audição do som provocado pelo arranquio da forragem (GREENWOOD & DEMMENT, 1988; GIBB et al., 1997) ou por artefatos eletrônicos sensíveis a sons (KLEIN et al., 1994; LACA & WALLIS de VRIES, 2000) ou a movimentos de mandíbula e de cabeça (CHACON et al., 1976), ou com *softwares* específicos acoplados para proceder à distinção entre classes de movimentos de mandíbula realizados no processo de pastejo (RUTTER et al., 1997; TAWHEEL et al., 2004).

Faz-se necessário, entretanto, evitar o cômputo de movimentos de mandíbula relacionados à ruminação, bem como proceder à discriminação dos movimentos efetivamente referentes ao bocado durante o pastejo (MOORE & SOLLENBERGER, 1997; MAYES & DOVE, 2000). Além disso, movimentos compostos de mandíbula que, simultaneamente, envolvem a manipulação da forragem e a mastigação foram relatados por LACA & WALLIS de VRIES (2000).

De modo geral, a estimação da taxa de bocado baseia-se na contagem ou no registro do número de bocados durante curtos períodos de tempo, sendo normalmente realizada em pequenos intervalos ao longo do dia (ALLDEN & WHITTAKER, 1970; GREENWOOD & DEMMENT, 1988; DELAGARDE et al., 1997). HODGSON (1982) relatou que em procedimentos manuais, um período de contagem de bocados varia normalmente de 0,5 a 3 minutos.

Haja vista as variações na taxa de bocados no transcorrer dos períodos de pastejo e em função do horário do dia, no planejamento dos procedimentos operacionais de coleta, deve-se assegurar criterioso e adequado balanceamento dos dados a serem obtidos (HODGSON, 1982; GIBB et al., 1998). Segundo HODGSON (1982), os registros devem cobrir os principais períodos de pastejo do dia, incluindo aqueles no início da manhã e no final da tarde e, na medida do possível, devem ser realizadas observações repetidas em animais individuais em intervalos seriados durante qualquer um dos principais períodos de pastejo. Trabalhando com vacas Holandesas, no terço final da lactação, manejadas em lotação contínua em pastagem de azevém-perene, TAWHEEL et al. (2004) estimaram consumos de MS de 2,9; 4,2; e 6,9 kg/dia ($P < 0,01$) e taxas de bocados de 54; 58; e 61/min ($P < 0,03$), respectivamente, para os períodos de pastejo compreendidos entre 06:00-12:00 h; 12:00-18:00 h; e 18:00-24:00 h. Além destas variáveis, esses autores relataram efeito do período do dia ($P < 0,05$) sobre o tempo de pastejo, o número e o tamanho dos bocados.

SARMENTO (2003) realizou várias filmagens de cada animal com duração de 10 min, intercaladas dentro de um mesmo período de observação e, de posse das imagens gravadas, calculou a taxa de bocados do quociente entre 20 bocados e o tempo gasto para sua realização.



variando em função da época do ano e dos tratamentos estudados em seu trabalho. Segundo BRÂNCIO et al. (2003), os menores valores de recuperação foram observados no mês de novembro, período em que a forragem foi de modo geral mais tenra, favorecendo a passagem direta da extrusa sem cair na bolsa coletora.

Segundo BURNS et al. (1994), a principal dificuldade relacionada ao emprego do método de estimativa de consumo baseado no comportamento ingestivo é a obtenção de valor confiável de peso de bocado. FORWOOD et al. (1985) desenvolveram e testaram uma cânula com um transdutor de condutividade que, segundo eles, acuradamente registra o número de *boli* engolidos por novilhos em confinamento. Os autores consideraram o dispositivo promissor para mensurações de consumo de forragem de animais manejados sob condição de pastejo.

Trabalhando com cabra fistulada no esôfago, sob condição de pastejo, RAATS & CLARKE (1992) desenvolveram e avaliaram cânula para colheita de amostras de extrusa, dotada de válvula mecânica movida à bateria recarregável de seis volts, com abertura e fechamento controlados via rádio. Os autores relataram que dentre 74 amostras de extrusas, 23% foram coletadas com algum tipo de falha no dispositivo, que, no entanto, foi identificada e supostamente solucionada. Após testes preliminares, concluíram que o sucesso da técnica está na dependência de cuidado nos momentos de abertura/fechamento da válvula, requerendo que os animais sejam mantidos a distâncias próximas para observação. Adicionalmente, os autores informaram que o aparato permitiu coleta de grande número de amostras de extrusas durante o dia, sem prejuízo ao comportamento ingestivo normal do animal sob pastejo.

Tabela 3. Percentagem de recuperação de forragem consumida por novilhos Nelore fistulados, nas bolsas coletoras, em função mês do ano e dos tratamentos experimentais

Cultivar de <i>Panicum maximum</i> /Adubação	Mês/Ano		
	Setembro/1998	Novembro/1998	Março/1999
Tanzânia + 50 kg/ha de N	76,8	74,8	80,2
Tanzânia + 100 kg/ha de N	87,5	74,4	88,5
Mombaça + 50 kg/ha de N	84,4	65,7	91,5
Massai + 50 kg/ha de N	103,2	68,0	82,0

Adaptado de BRÂNCIO et al. (2003)

Determinação da Taxa Instantânea de consumo de pasto

Conforme apresentado anteriormente, a taxa de consumo de forragem, também denominada de taxa instantânea de consumo, pode ser calculada como o produto da multiplicação dos parâmetros "Taxa de bocados" e "Peso de um bocado".

O procedimento alternativo para estimação dessa variável baseia-se no método discutido no tópico 2.1 (PENNING & HOOPER, 1985; PATTERSON et al., 1998; MCGILLOWAY et al., 1999).

Procedimentos de estimação do Tempo de pastejo

O tempo de pastejo refere-se à quantidade diária de tempo despendida pelo animal quando em posição de pastejo (MOORE & SOLLENBERGER, 1997), ou seja, o tempo durante o qual o animal arranca a forragem, bem como àquele ao qual permanece com a cabeça em posição de busca de alimento na pastagem (ASTIGARRAGA, 1997).

Estimativas do tempo de pastejo do animal podem ser obtidas de monitoramento contínuo da atividade (GIBB et al., 1998; FIKE et al., 2002), ou de modo intermitente, com a adoção da técnica de amostragem por intervalos, normalmente com registro de atividades a cada 5 a 15 minutos ao



imentos de estimação do Peso do bocado

do bocado pode ser obtido a partir da quantidade total de extrusa¹ (expressa com base na MO) coletada de animal fistulado no esôfago, também durante curtos intervalos de tempo (15 a 30 min, ou em 100 bocados), dividido pelo número de bocados observado para o mesmo período de coleta (BRÂNCIO et al., 2003; SARMENTO, 2003).

& DOVE (2000) relataram que o tipo de forragem ingerida e o tamanho do bocado dos animais fistulados no esôfago devem ser, necessariamente, representativos daqueles observados nas amostras mais intactas. Esses autores alertaram que a recuperação incompleta das amostras de forragem, quer por deglutição ou mesmo, simplesmente, por perdas da bolsa durante a coleta, deve ser considerada.

Os vários autores (STOBBS, 1973; CARVALHO FILHO, 1981; LE DU & PENNING, 1982; SON, 1982), o emprego de rolhas cilíndricas confeccionadas em espuma de borracha, logo abaixo da fistula e presas à bolsa de coleta por um cordão de náilon para evitar sua remoção, constitui-se importante, embora não totalmente efetiva medida para assegurar a recuperação quantitativa da forragem ingerida. No entanto, deve-se estar atento, pois alguns animais não se adaptam ao uso deste dispositivo (LE DU & PENNING, 1982; GREENWOOD & SON, 1988), que, adicionalmente, pode provocar incremento na taxa de secreção de saliva (SON, 1982), ou ser regurgitado, quando inadequadamente posicionado (STOBBS, 1973).

R et al. (1989), trabalhando com novilhos *Angus* e *Hereford* fistulados no esôfago relataram que não houve efeito ($P>0,05$) da utilização da rolha de celulose na distribuição de tamanhos de partículas, na digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS), nem na concentração de fibra em detergente (FDN) de amostras de extrusas obtidas de pastagens de *Cynodon dactylon* L. (Pers.) ou de *Setaria flaccidum* (Griseb.). Os autores concluíram ser desnecessário a utilização das rolhas de celulose em avaliações da qualidade da forragem selecionada sob condição de pastejo, mas recomendaram sua utilização em experimentos visando obtenção de dados de peso de bocado.

Trabalhando com vacas da raça *Jersey*, recebendo no cocho, forrageiras tropicais cortadas na máquina, STOBBS (1973) relatou incremento na porcentagem média de recuperação de MO (1) quando rolhas de borracha foram inseridas logo abaixo da fistula esofageana (Tab. 2). Neste autor, a variação individual na porcentagem de recuperação da MO foi elevada (2) quando a rolha não foi utilizada no processo de coleta da extrusa, sendo, no entanto, $P>0,05$ quando este dispositivo foi empregado (Tab. 2).

2. Efeito da utilização de rolhas de borracha na porcentagem média de recuperação de matéria orgânica de *Setaria anceps* cv. Kazungula, *Choris gayana* cv. Pioneer (capim-de-Rhodes) e *Digitaria decumbens* (Pangola) consumidas no cocho por vacas *Jersey*, fistuladas no esôfago

Sem utilização de rolha				Com utilização de rolha			
Setária	Rhodes	Pangola	Média	Setária	Rhodes	Pangola	Média
77,8	88,7	97,3	88,0	101,5	91,3	91,3	98,3
65,8	64,5	57,0	62,3	94,9	99,1	92,5	95,5
28,3	29,0	51,3	36,2	90,6	93,0	89,6	91,0
57,2	60,7	68,5	62,2	95,7	98,1	91,1	95,0

Adaptado de STOBBS (1973)

CIO et al. (2003) apresentaram resultados de recuperação de forragem consumida por animais fistulados no esôfago (Tab. 3). Estes autores observaram recuperações incompletas,

¹ Extrusa é o material ingerido que passa para a bolsa coletora, por meio da



de 24 h, utilizando torres de observação, binóculos, cronômetros, e outros materiais e instrumentos que permitam a identificação dos animais à distância e à noite (GREENWOOD et al., 1988; HAMELEERS et al., 2001; WERNECK, 2001; SARMENTO, 2003). A primeira limitação é provável ser mais acurada, mas sua implementação está na dependência da disponibilidade de equipamento automático de registro das atividades. Adicionalmente, fornecendo informações acerca do início e final de cada período de pastejo. No sistema intermitente, faz-se frequentemente necessário observar o animal ou monitorar o tempo de pastejo por alguns instantes para à inequívoca determinação do padrão atual da atividade. Isto é particularmente importante em momentos em que o animal faz a transição de uma atividade para outra (HODGSON, 1982).

O registro do tempo de pastejo pode ser feito por observação visual direta, mas essencialmente, por equipamentos mecânicos (e.g. *Vibracorder* ou *Vibrarecorder*), pneumáticos ou eletrônicos, que além de detectar e classificar movimentos de mandíbula e cabeça são capazes de registrar mudanças na posição da cabeça do animal. Tais dispositivos podem permitir o registro das atividades da mandíbula relacionadas ao pastejo ou à ruminação, respectivamente, se o animal apresenta-se com a cabeça abaixo ou em posição normal (HODGSON, 1982).

ROSSOU et al. (1989) citados por AROEIRA (1997) criaram um sistema que opera baseado em mudanças de pressão de ar causadas pela compressão de uma espécie de "pêra de vidro" durante a mastigação, sendo utilizado para mensurações de curto período. Este sistema utiliza medidores carregados por bateria, que estocam dados em um *chip*, e estes dados são prontamente transferidos para um microcomputador, registrando dados de tempo total de pastejo/dia, tempo despendido com ruminação, e número de *boli* ruminados.

et al. (1994) relataram a utilização de um *software* para identificação e quantificação das atividades de pastejo e de ruminação, via análise de sinais de áudio enviados por telemetria em tempo real, e originados de microfones sem fio, presos às cabeças de ovinos. Trabalhando com o sistema de corte *Angus x Hereford*, manejadas em pastagens naturais, SCHAUER et al. (2005) avaliaram a utilização de um colar GPS – *Global Positioning System* (GPS 2000, Lotek, Markham, Ontario, Canada) equipado com sensores de movimentos de cabeça, visando à obtenção de dados de comportamento ingestivo (tempo de pastejo, h/dia; distância caminhada no dia etc.). Os colares foram programados para tomada de dados a cada intervalo de 10 minutos a cada seis dias e findo este período de avaliação, os dados eram transferidos para um computador. No entanto, a despeito das vantagens associadas ao emprego da moderna tecnologia eletrônica, limitações associadas ao seu custo, bem como de logística, ainda hoje são as principais barreiras à sua ampla utilização em número maior de animais (MAYES & DOVE, 2000).

Limitações associadas à técnica do comportamento ingestivo na estimativa do consumo de forragem sob pastejo

Problemas concorrem para diminuir a precisão na técnica do comportamento ingestivo na estimativa do consumo de MS de forragem sob pastejo: 1) ampla faixa de variação para o consumo do bocado; 2) período de observação normalmente curto; e 3) dificuldades para obtenção de claras observações sem prejuízo ao comportamento ingestivo dos animais na pastagem (MAYES & DOVE, 2000). MOORE & SOLLENBERGER (1997) relataram que a obtenção do tempo de pastejo poder ser registrado continuamente por vários dias, os dois outros dados são obtidos durante poucos minutos a cada dia, o que torna temerosa a extrapolação das observações para consumo diário total ou para períodos mais longos. Além disso, a utilização do peso do bocado pressupõe a utilização de animais fistulados no esôfago, que não são os mesmos nos quais será estimado o consumo (CHACON et al., 1976; CHACON & CK, 2001; BRÂNCIO et al., 2003). Outra limitação da técnica é que a estimativa de cada um dos termos componentes da equação para cálculo do consumo pode constituir-se em fonte de erro (TIGARRAGA, 1997).



Vantagens da técnica do comportamento ingestivo e comparação com resultados obtidos a partir de outros métodos de estimação de consumo de pasto

Trabalhando com vacas Jersey não-lactantes, e utilizando a técnica do comportamento ingestivo, CHACON et al. (1976) relataram a obtenção de satisfatórios resultados de consumo de MO de aveia (*Avena sativa*) sob pastejo. O valor médio estimado a partir desse método foi de 7,206 kg/dia de MO, sendo similar aos 7,080 kg/dia de MO obtidos utilizando a técnica do desaparecimento de forragem na pastagem (vide tópico 2.5). No entanto, o CV médio foi menor adotando o primeiro (10,1%) em detrimento do segundo método (11,2%), confirmando sua razoável precisão e aplicabilidade na estimação do consumo de pasto. Ademais, CHACON et al. (1976) destacaram como vantagens da técnica do comportamento ingestivo, a facilidade das mensurações, bem como o mínimo requerimento por análises laboratoriais.

2.3. ESTIMATIVAS DE CONSUMO OBTIDAS A PARTIR DE PREDIÇÕES DAS CARACTERÍSTICAS DA FORRAGEM

Este método se baseia no emprego de equações de predição obtidas, preferencialmente, por regressão múltipla do consumo de MS (Y , kg/dia ou % do peso vivo) em características da forragem ($x_1, x_2, \dots, x_n$), conforme o modelo $Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n$, onde os valores de b correspondem aos coeficientes da regressão. A principal crítica a esta técnica diz respeito ao seu limitado valor nas estimativas de consumo de animais manejados sob condição de pastejo, por não incorporar nos modelos de predição outros fatores além daqueles diretamente relacionados à forragem (MOORE & SOLLENBERGER, 1997).

COLEMAN (2005) relatou que a utilização de características da forragem em equações de predição pode fornecer apenas uma estimativa do consumo potencial daquela forragem ou dieta, podendo seu consumo real ser bem diferente deste. As razões para tanto podem ser exemplificadas, considerando as diversas variáveis que influenciam e, que de forma inequívoca, determinam o consumo de MS de vacas sob condição de pastejo (LOPES et al., 2004b, 2005b).

Utilização da técnica da espectroscopia de reflectância no infravermelho próximo (near infrared spectroscopy – NIRS) para predição do consumo de forragem sob pastejo

Ensaio conduzidos com bovinos, caprinos ou ovinos mantidos confinados demonstraram o potencial da técnica NIRS na predição do consumo voluntário de forragens frescas fornecidas picadas (NORRIS et al., 1976; LIPPKE et al., 1988; BOVAL et al., 2004), de feno (NORRIS et al., 1976; LIPPKE et al., 1988) e de silagens (NORRIS et al., 1976). Entretanto, os estudos disponíveis na literatura para predição de consumo de forragem sob condição de pastejo a partir da técnica NIRS podem ser considerados ainda incipientes e foram conduzidos, principalmente, com bovinos em crescimento e ovinos (WARD et al., 1982; FLINN et al., 1992 citados por GIVENS et al., 1997). De modo geral, a capacidade preditiva das equações desenvolvidas nestes trabalhos pode ser considerada apresentando de média a baixa acurácia.

AGNEW et al. (2004) relataram que equações baseadas em análise de NIRS realizadas em amostras de forragens apresentaram limitada capacidade preditiva de variáveis de consumo instantâneo (g de MS/bocado e kg de MS/h) de vacas em lactação sob pastejo. Segundo os autores, a utilização dessas equações estaria associada a um erro médio de predição do consumo de MS de forragem da ordem de 14%. Exceto pelo estudo de AGNEW et al. (2004), não foi encontrado nenhum outro trabalho com aplicação da técnica NIRS na estimativa de consumo de vacas em lactação manejadas sob condição de pastejo, o que evidencia a necessidade de intensificação da pesquisa nesta área do conhecimento, haja vista os avanços em termos de precisão e de sensibilidade dos equipamentos disponíveis para a análise NIRS, bem como da modelagem estatística, necessária ao desenvolvimento de eficientes equações de predição.

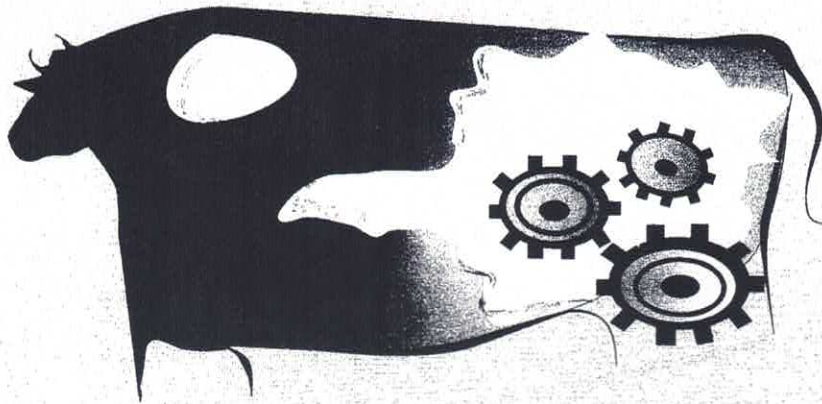


- TORREGROZA SANCHEZ, L.de.J.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.do.; DIOGO, J.M. da.S. Composição botânica da dieta de novilhos esôfago-fistulados em pastagem natural de Viçosa. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, v.22, n.5, p.839-851, 1993b.
- TRAXLER, M.J. *Predicting the effect of lignin on the extent of digestion and the evaluation of alternative intake models for lactating cows consuming high NDF forages*. 1997. 145 f. Dissertation (Doctor of Philosophy) - Cornell University, Ithaca, 1997.
- TREVASKIS, L.M.; FULKERSON, W.J.; NANDRA, K.S. Rice increase productivity compared to other carbohydrate supplements in dairy cows grazing kikuyu (*Pennisetum clandestinum*), but not ryegrass (*Lolium multiflorum*), pastures. *Livest. Prod. Sci.*, v.87, p.197-206, 2004.
- UDÉN, P.; COLUCCI, P.E.; VAN SOEST, P.J. Investigation of chromium, cerium and cobalt as markers in digesta rate of passage studies. *J. Sci. Food Agric.*, v.31, 625-632, 1980.
- UNAL, Y.; GARNSWORTHY, P.C. Estimation of intake and digestibility of forage-based diets in group-fed dairy cows using alkanes as markers. *J. Agric. Sci.*, v.133, p.419-425, 1999.
- VALADARES FILHO, S. C. Nutrição, avaliação de alimentos e tabelas de composição de alimentos para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. *Anais...* Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000 (Disponível em CD-ROM).
- VALADARES FILHO, S. de C.; MORAES, E. H. B. K. de.; DETMANN, E. et al. Perspectivas do uso de indicadores para estimar o consumo individual de bovinos alimentados em grupo. In: GONZAGA NETO, S.; COSTA, R. G.; CAVALCANTI, E. (Eds.) SIMPÓSIO DA XLIII REUNIÃO ANUAL DA SBZ, João Pessoa, 2006. *Anais...* João Pessoa: SBZ/UFGA, 2006. p. 238-262.
- VALADARES FILHO, S.de.C.; SILVA, J.F.C.da.; LEÃO, M.I. et al. Óxido crômico e lignina na determinação dos fluxos de matéria seca abomasal, ileal e fecal em bovinos e bubalinos. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, v.14, n.5, p.565-574, 1985.
- VALIENTE, O.P.; DELGADO, P.; VEGA, A.de. et al. Validation of the *n*-alkane technique to estimate intake, digestibility, and diet composition in sheep consuming mixed grain:roughage diets. *Aust. J. Agric. Res.*, v.54, n.7, p.693-702, 2003.
- VAN KEULEN, J.; YOUNG, B.A. Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *J. Anim. Sci.*, v.44, n.2, p.282-287, 1977.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VAZQUEZ, O.P.; SMITH, T.R. Factors affecting pasture intake and total dry matter intake in grazing cows. *J. Dairy Sci.*, v.83, n.10, p.2301-2309, 2000.
- VOGEL, K.P.; PEDERSEN, J.F.; MASTERSON, S.D. et al. Evaluation of a filter bag system for NDF, ADF, and IVDMD forage analysis. *Crop Sci.*, v.39, p.276-279, 1999.
- VOLESKY, J.D.; COLEMAN, S.W. Estimation of botanical composition of esophageal extrusa samples using near infrared reflectance spectroscopy. *J. Range Manage.*, v.49, n.2, p.163-166, 1996.
- VULICH, S.A.; HANRAHAN, J.P.; O'RIORDAN, E.G. Pasture sampling for the estimation of herbage intake using *n*-alkane evaluation of alternative sampling procedures. *Irish Journal of Agricultural Research*, v.32, p.1-11, 1993.
- WALKER, J.W.; CLARK, D.H.; MCCOY, S.D. Fecal NIRS for predicting percent leafy spurge in diets. *J. Range Manage.*, v.51, n.4, p.450-455, 1998.
- WALLACE, J.D.; VAN DYNE, G.M. Precision of indirect methods for estimating digestibility of forage consumed by grazing cattle. *J. Range Manage.*, v.23, n.6, p.424-430, 1970.



- S, J.P.G.; AROEIRA, L.J.M.; DERESZ, F. et al. Avaliação do consumo de vacas em lactação, medido em sistema "calan-gates" e estimado pelo óxido crômico. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. *Anais do 36º Congresso Brasileiro de Zootecnia*, 1999a (Disponível em CD-ROM).
- S, J.P.G.; AROEIRA, L.J.M.; PEREIRA, O.G. et al. Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) sob duas doses de nitrogênio. *Rev. Bras. Zootec.*, v.28, n.4, p.889-897, 2001b.
- S, J.P.G.; BERCHIELLI, T.T.; AROEIRA, L.J.M. et al. Estimativas do consumo do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum), fornecido picado para vacas lactantes utilizando a análise do óxido crômico. *Rev. Bras. Zootec.*, v.33, n.3, p.811-820, 2004.
- S, J.P.G.; SALMAN, A.K.D.; BERCHIELLI, T.T. et al. Predição do consumo voluntário do capim-elefante (*Panicum maximum*, J. cv. Tanzânia.), sob pastejo, por vacas em lactação, a partir das características de degradação. *Rev. Bras. Zootec.*, v.30, n.6S, p.2176-2182, 2001.
- SMITH, B. F.; BOWMAN, J. G. P.; GRINGS, E. E. et al. Liquid supplementation and forage utilization by range beef cows. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v. 81, p. 294-303, 2003.
- SMITH, D.R.; MALECHEK, J.C. Technical Notes: Estimating percentage dry weight in diets using a gravimetric technique. *J. Range Manage.*, v.21, n.4, p.264-265, 1968.
- SMITH, J.E.; KRESS, D.D.; DOORNBOS, D.E. et al. Chromic oxide contamination of pasture soils used in marker study. *J. Range Manage.*, v.48, p.194-197, 1995.
- SMITH, ON, B.; MILLS, C.R.; PIASENTIER, E. pattern of some internal and external markers in the gastrointestinal tract of cattle. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.37, p.143-159, 1992.
- SMITH, T.H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. I. Variation in the bite size of grazing cattle. *Aust. J. Agric. Res.*, v.24, p.809-819, 1973.
- SMITH, ER, C.L. A review of techniques used to estimate the in vivo digestibility of grazed forage. *J. Anim. Sci.*, v.29, p.757-768, 1969.
- SMITH, R, T.J.; BOUTTON, T.W.; TRENT, J.D. Assessment of carbon allocation with stable carbon isotope labeling. *Agron. J.*, v.82, p.18-21, 1990.
- SMITH, H.Z.; TAS, B.M.; DIJKSTRA, J. et al. Intake regulation and grazing behavior of dairy cows under continuous stocking. *J. Dairy Sci.*, v.87, n.10, p.3417-3427, 2004.
- SMITH, R. G.; OWENS, F. N.; MADER, T. L. Ytterbium chloride as a marker for particulate matter in the rumen. *J. Anim. Sci.*, v. 58, n. 2, p. 465-473, 1991.
- SMITH, Y, M.L.; PALHOF, B.A.; DeCARLO, M.R. et al. Sources of variation of dry matter digestibility measured by the acid insoluble ash marker. *J. Dairy Sci.*, v.68, n.3, p.661-668, 1985.
- SMITH, I.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Grassl. Soc.*, v.18, p.104-111, 1963.
- SMITH, YER, E.C.; ARMENDARIZ, C.K.; BINDEL, D.J. et al. Evaluation of titanium dioxide as a digestibility marker for cattle. *J. Anim. Sci.*, v.79, p.1059-1063, 2001.
- SMITH, YER, E.C. Design and interpretation of nutrient digestion studies. *J. Anim. Sci.*, v.75, p.2247, 1997.
- SMITH, JE, L.; HAYDOCK, K.P. The dry-weight-rank method for the botanical analysis of forage. *J. Brit. Grassl. Soc.*, v.18, n.3, p.268-275, 1963.
- SMITH, ROZA SANCHEZ, L.de.J.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.do.; DIOGO, J.M. da.S. Avaliação química da forragem disponível versus dieta de bovinos em pastagem natural. *Rev. Bras. Zootec.*, v.22, n.5, p.852-861, 1993a.

Anais



IV SIMPÓSIO MINEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE

**13 a 15 de abril de 2007
Belo Horizonte - MG**



Escola de Veterinária da UFMG



Organização Acadêmica
Lúcio Carlos Gonçalves
Iran Borges
Ana Luíza Costa Cruz Borges

Equipe de Coordenação
Juliana Costa Cordeiro
Mariana Magalhães Campos
Wilson Gonçalves de Faria Júnior
Yuri Ida Benevides

Projeto Gráfico
Lucas Braga Pereira de Avelar Tonelli
João Pedro Costa da Fonseca
Juliana Costa Cordeiro
Mariana Magalhães Campos
Wilson Gonçalves de Faria Júnior
Yuri Ida Benevides

Patrocínio
Rações Itambé
Tortuga Companhia Zootécnica Agrária

Apoio Financeiro
Conselho Regional de Medicina Veterinária e Zootecnia de Minas Gerais
Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG

Realização
GENEX
Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais
Caixa Postal 567
Campus da UFMG
CEP 30123-970

Editores
Lúcio Carlos Gonçalves
Iran Borges
Ana Luíza Costa Cruz Borges
Juliana Costa Cordeiro
Mariana Magalhães Campos
Wilson Gonçalves de Faria Júnior
Yuri Ida Benevides