

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

**METODOLOGIAS PARA ESTIMATIVAS DE CONSUMO
DE FORRAGEM EM OVINOS**

Marlova Cristina Mioto da Costa

CAMPO GRANDE, MS
2015

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

**METODOLOGIAS PARA ESTIMATIVAS DE CONSUMO DE
FORRAGEM EM OVINOS**

Methodologies for forage consumption estimates in sheep

Marlova Cristina Miotto da Costa

Orientador: Prof. Dr. Luís Carlos Vinhas Ítavo

Co-Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Camila Celeste Brandão Ferreira Ítavo

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Área de concentração: Produção Animal.

CAMPO GRANDE, MS 2015

Certificado de aprovação

MARLOVA CRISTINA MIOTO DA COSTA

Metodologias para estimativas de consumo de forragem em ovinos.

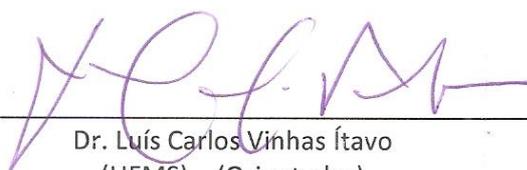
Methodologies for forage consumption estimates in sheep.

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Mato Grosso
do Sul, como requisito à obtenção do
título de mestra em Ciência Animal.

Área de concentração: Produção
Animal.

Aprovado(a) em: 24/02/2015

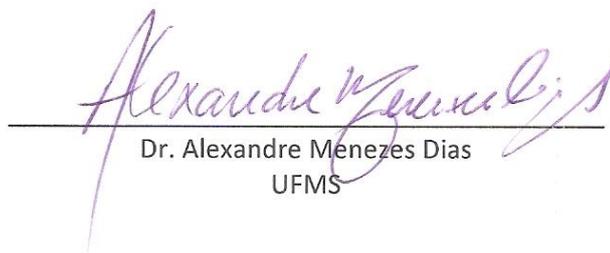
BANCA EXAMINADORA:



Dr. Luís Carlos Vinhas Ítavo
(UFMS) – (Orientador)



Dr. Rodrigo da Costa Gomes
EMBRAPA CNPGC



Dr. Alexandre Menezes Dias
UFMS

A todos que acreditaram, apoiaram e incentivaram os meus sonhos, em especial à
minha mãe Graça Aparecida Miotto, meu espelho. Minha guia.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, por meio do Departamento de Zootecnia, por minha capacitação profissional e pela oportunidade de realização da pós-graduação.

À professora Camila Celeste Brandão Ferreira Ítavo minha “mãezona acadêmica” sempre presente e disposta a ajudar, por todo apoio, carinho, dedicação, confiança e orientação e ao professor Luís Carlos Vinhas Ítavo pela dedicação, confiança, paciência, orientação e oportunidade de seguir na vida acadêmica. Eu admiro muito vocês dois e possuo um carinho imenso. Espero tê-los por muito tempo em minha vida.

À toda minha família, principalmente a minha mãe Graça Aparecida Miotto e meu irmão Saulo Roberto Miotto da Costa por todo, apoio, ajuda durante o trabalho e confiança concedida. Eu amo vocês.

À toda equipe, estagiários e pós graduandos, do Setor de Ovinocultura pela ajuda durante o trabalho, companheirismo e convívio. Sem vocês muito não teria se realizado.

Aos meus amigos por sempre acreditarem em minha evolução, por me incentivarem e principalmente por sempre estarem ao meu lado. Vocês são parte da minha força.

Aos membros da banca, Prof. Dr. Luís Carlos Vinhas Ítavo, Prof. Dr. Alexandre Menezes Dias e Dr. Rodrigo da Costa Gomes pelo tempo disponibilizado e conhecimento compartilhado para a construção deste trabalho.

Aos funcionários da UFMS, UCDB e de ambos os laboratórios, pela colaboração.

A todos os professores do programa de Pós-graduação em Ciência Animal da UFMS, por todo conhecimento e ensinamentos compartilhado.

À CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - pela concessão da bolsa de estudos.

“Na vida, não vale tanto o que temos, nem tanto importa o que somos. Vale o que realizamos com aquilo que possuímos e, acima de tudo, importa o que fazemos de nós!”
Francisco Cândido Xavier

Resumo

COSTA, M. C. M. Metodologias para estimativas de consumo de forragem em ovinos. 2015. Dissertação Mestrado - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2015.

Objetivou-se avaliar dois períodos (3 e 5 dias) e dois métodos (Total e Retal) de coleta de fezes para determinação das estimativas de produção fecal e consumo de forragem. Foram utilizados indicadores internos: matéria seca indigestível (MSi), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) e lignina em detergente ácido indigestível (LDAi) e indicadores externos: Óxido crômico e Dióxido de titânio, comparando-os ao método de coleta total de fezes. Seis ovinos machos castrados, canulados no rúmen, mantidos em baias 3 m², foram alimentados com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu *in natura*, cortada e oferecida duas vezes ao dia, 8 e 17 h permitindo sobras de 5 a 10% do total fornecido. Antes de oferecidas, o material era selecionado, com propósito de fornecer maior quantidade de folhas, e cortado em aproximadamente 5-10 cm com auxílio de tesoura. O período experimental foi 31 dias, distribuídos em dois períodos de 7 dias de adaptação e 5 dias de coleta, com sete dias de intervalo entre eles para eliminação do indicador externo do trato digestivo a fim de evitar qualquer interação e/ou alteração durante as análises. O inóculo ruminal era proveniente de três carneiros sem raça definida, mantidos em pastagem e para a determinação do indicador interno foi adotada a incubação *in vitro* por 144h. A utilização de três dias de coleta retal de fezes foi suficiente para obter respostas favoráveis de consumo, digestibilidade aparente e produção de matéria seca fecal. A lignina em detergente ácido indigestível (LDAi), coletada por cinco dias em ambas as metodologias (Total e Retal), se mostrou apta em estimar a produção de matéria seca fecal (359,19 g/dia) e o consumo (861,10 g/dia). Quanto aos indicadores externos, o Dióxido de titânio também se mostrou capaz em estimar a produção de matéria seca fecal (346,42 g/dia) e consumo (1230,12 g/dia), em ambas as metodologias e períodos de coleta. O Óxido crômico se mostrou hábil nas estimativas em ambas as metodologias, porém, ao estimar o consumo (933,74 g/dia) há necessidade da utilização de cinco dias de coleta. Recomenda-se a utilização da LDAi coletada por cinco dias diretamente da ampola retal para estimativas de produção fecal e consumo. Assim como a utilização do Óxido crômico coletado por cinco dias em semelhante metodologia para as mesmas estimativas.

Palavras-chave: *Brachiaria*; Coleta total de fezes; Fibra indigestível; Indicador externo; Indicador interno; Lignina

Abstract

COSTA, M. C. M. Methodologies for forage consumption estimates in sheep. 2015. Master's degree Dissertation - Faculty of Veterinary Medicine and Zootechny, University of Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2015.

The objective was to evaluate two periods (3 to 5 days) and two methods (Total and Rectal) of feces collection for determination of estimates of fecal production and forage intake. Internal markers were used: indigestible dry matter (iDM), indigestible neutral detergent fiber (iNDF), indigestible acid detergent fiber (iADF) and indigestible acid detergent lignin (iADL) and external markers: chromic oxide and titanium dioxide, comparing the method of total collection. Six wether, cannulated in the rumen, kept in pens 3 m², were fed *Brachiaria brizantha* cv. Marandu *fresh*, cut and provided twice daily, 8 and 17 h allowing remains 5 to 10% of the total provided. Before offered, the material was selected with purpose of providing greater amount of leaves, and cut into about 5-10 cm with scissors aid. The experiment lasted 31 days, divided into two periods of 7 days of adaptation and 5 days of collection, with seven-day interval between them to eliminate the external indicator of the digestive tract in order to avoid any interaction and / or change during the analysis . The rumen fluid was obtained from three sheep mixed breed, kept on pasture and for determining the internal indicator was adopts the *in vitro* incubation for 144 h. The use of rectal three days the fecal collection was sufficient to obtain favorable responses intake, digestibility and production of fecal dry matter. The indigestible acid detergent lignin (iADL) collected for five days in both methods (Total and Rectal), was able to estimate the production of fecal dry matter (359.19 g/day) and consumption (861.10 g/day). As for the external markers, titanium dioxide was also able to estimate the production of fecal dry matter (346.42 g/day) and consumption (1230.12 g/day) in both methodologies and collection periods. The chromic oxide proved adept in the estimates in both approaches, however, to estimate consumption (933.74 g/day) is necessary to use five days of collection. It is recommended to use the iADL collected for five days straight from the rectum to estimate fecal production and consumption. As the use of chromic oxide collected for five days in a similar method to the same estimates.

Keywords: *Brachiaria*; External marker; Fecal total collects; Indigestible fiber; Internal indicator; Lignin

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Composição bromatológica da forrageira oferecida em função do período de coleta de fezes..... | 26 |
| Tabela 2. Consumo dos nutrientes em ovinos, em função do período de coleta total de fezes..... | 27 |
| Tabela 3. Digestibilidade aparente dos nutrientes em ovinos, em função do período de coleta total de fezes..... | 28 |
| Tabela 4. Produção de matéria seca fecal observada e estimada por indicadores internos (MSi, FDNi, FDAi, LDAi) em função do método de coleta (Total e Retal) em dois períodos de coleta (5 e 3 dias)..... | 29 |
| Tabela 5. Produção de matéria seca fecal observada e estimada por indicadores externos Óxido crômico (Cr_2O_3) e Dióxido de titânio (TiO_2) em função do método de coleta (Total e Retal) em dois períodos de coleta (5 e 3 dias)..... | 31 |
| Tabela 6. Consumo de matéria seca observado e estimado por indicadores internos (MSi, FDNi, FDAi, LDAi) em função do método de coleta (Total e Retal) em dois períodos de coleta (5 e 3 dias)..... | 32 |
| Tabela 7. Consumo de matéria seca observado e estimado por indicadores externos Óxido crômico (Cr_2O_3) e Dióxido de titânio (TiO_2) em função do método de coleta (Total e Retal) em dois períodos de coleta (5 e 3 dias)..... | 33 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| INTRODUÇÃO..... | 1 |
| Consumo..... | 3 |
| Estimativas de consumo e digestibilidade com indicadores..... | 5 |
| Indicadores internos..... | 5 |
| Matéria seca indigestível (MSi)..... | 6 |
| Fibra em detergente neutro indigestível (FDNi)..... | 6 |
| Fibra em detergente ácido indigestível (FDAi)..... | 7 |
| Lignina em detergente ácido indigestível (LDAi)..... | 8 |
| Indicadores externos..... | 9 |
| Óxido crômico..... | 10 |
| Dióxido de titânio..... | 10 |
| Metodologias de coleta..... | 11 |
| Período de coleta..... | 12 |
| Produção fecal..... | 12 |
| REFERÊNCIAS..... | 15 |
| ARTIGO: Estimativas da produção fecal e do consumo de forragem em ovinos utilizando indicadores internos e externos..... | 18 |
| INTRODUÇÃO..... | 19 |
| MATERIAL E MÉTODOS..... | 21 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 25 |
| REFERÊNCIAS..... | 34 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 39 |

INTRODUÇÃO

Nas condições brasileiras, a alimentação com volumosos é essencial nos sistemas de produção, pois, na maioria das vezes, é responsável pelo atendimento das exigências de manutenção e de produção animal (Obeid et al., 2007).

Entre os diferentes centros de produção, destaca-se a região central brasileira, caracterizada por dois períodos climáticos, distintos principalmente quanto ao nível de precipitação, comumente denominadas período seco e período chuvoso, o que impõem características peculiares às forrageiras sob pastejo (Detmann et al., 2005).

Grande parte da produção de ruminantes ocorre em pastagens de baixo valor nutricional, principalmente, em função da ineficiência em manejar as pastagens (Machado et al., 2011), o que torna o consumo de matéria seca (CMS) determinante no processo produtivo.

Avanços no entendimento dos fatores que interferem o CMS têm acontecido lentamente, devido principalmente a dificuldade em medi-lo. Segundo Obeid et al. (2007), o consumo pode ser limitado principalmente pelo tipo de alimento, pelas condições de alimentação ou mesmo pelos animais. De modo geral, está associado negativamente ao conteúdo de parede celular e positivamente ao grau de digestibilidade da dieta.

Os ovinos são considerados pastejadores selecionadores intermediários, exibindo alto grau de flexibilidade alimentar, variando os hábitos de seleção da dieta de acordo com a época do ano, bem como em consonância com a qualidade e a disponibilidade de forragem (Leite, 2002). Essa maior exigência de qualidade é acompanhada de características anatômicas e comportamentais. Estes apresentam um focinho mais afunilado, proporcionando vantagem anatômica na seleção da dieta e utilizam os lábios como forma de apreensão da forragem, o que permite a maior seletividade, diferente dos bovinos que realizam a apreensão dos alimentos com a língua.

Logo, a estimativa aprimorada do consumo de matéria seca (CMS) por animais criados em pastejo sempre foi um desafio para os pesquisadores, especialmente na ovinocultura, tendo em vista o grande número de variáveis que atuam e as limitações impostas pelas metodologias utilizadas para obtenção destas estimativas (Morenz et al., 2006).

Entretanto o conhecimento da quantidade do alimento ingerido por um animal e o quanto ele absorve de nutrientes é essencial para o primordial objetivo dos nutricionistas, ajustar a quantidade e a qualidade das rações baseando-se nas exigências nutricionais dos animais, onde a ingestão voluntária é determinante para o balanceamento correto da dieta (Cardoso et al., 2000), ao passo que também apresenta importâncias como: o uso eficiente dos

35 nutrientes presentes nos alimentos, para o estabelecimento de estratégias de alimentação que
36 permitam maior desempenho animal; proposição de alterações a respeito do manejo alimentar
37 e para predição da resposta do animal (Machado et al., 2011); avaliação do desempenho do
38 rebanho, ajustando as condições de produção de acordo com a qualidade e a disponibilidade
39 de forragem (Morenz et al., 2006), o que por consequência influenciaria na diminuição do
40 impacto ambiental.

41 O método convencional utilizado para se obter as estimativas qualitativas é realizado
42 por meio da coleta total de fezes, o que é extremamente trabalhoso e em determinadas
43 circunstâncias, como na manutenção de animais em pastagem, é muito difícil ser realizado,
44 fato este que induziu o desenvolvimento de métodos indiretos de avaliação, como o uso de
45 indicadores (Zeoula et al., 2000). Os indicadores são substâncias capazes de colaborar em
46 inúmeros aspectos nas áreas da alimentação e da nutrição animal. Estudos têm proporcionado
47 ajustes nas metodologias de fornecimento (dose diária e tempo de estabilização), coletas
48 (vezes por dia e número de dias) e análises (vícios de amostragem e procedimentos
49 laboratoriais), tornando suas estimativas cada vez mais precisas (Oliveira et al., 2012).

50 Vários indicadores têm sido aplicados na estimativa indireta de produção fecal, sendo
51 que para ser considerado ideal este deve possuir as seguintes propriedades: ser inerte; não ser
52 tóxico; não ter função fisiológica; não ser metabolizado a fim de ser totalmente recuperado do
53 trato digestivo; possuir capacidade de ser processado com o alimento; ter tamanho apreciável;
54 misturar intimamente com o alimento e permanecer uniformemente distribuído na digesta;
55 não ter influência sobre a motilidade e secreções do trato digestivo; não ter influência sobre a
56 microflora e seus hospedeiros; possuir um método específico e sensível de determinação; e ter
57 propriedades físico-químicas que não interfiram nos processos digestivos (Oliveira et al.,
58 2012).

59 Zeoula et al. (2002) os descreveu em duas classes: indicadores internos, aqueles
60 representados por substâncias indigestíveis presentes naturalmente em algum componente da
61 dieta, e indicadores externos, variedades de compostos inertes adicionados a dieta,
62 administrados aos animais via oral ou intraruminal.

63 Neste aspecto, têm-se discutido muito sobre o assunto, mas os pesquisadores ainda não
64 encontraram o uma substância com características de indicador perfeito assim como não
65 definiram qual componente químico que se assemelha mais com aquelas características
66 desejadas (Zeoula et al., 2002).

67

68 **1. Consumo**

69 As exigências de consumo alimentar, em diversas categorias animais são fornecidas
70 em quantidade de matéria seca (MS) da dieta. O consumo de forragem é determinante do
71 desempenho de ruminantes em pastejo, sendo influenciado por vários fatores associados ao
72 animal, ao pasto, ao ambiente e às suas interações. Segundo Hodgson (1990), o consumo é
73 composto por: peso do bocado (massa), taxa de bocados por unidade de tempo e tempo total
74 em pastejo, e através desta equação podem ser estudadas as relações do consumo com as
75 características do pasto, pois estas variáveis são sensíveis às mudanças ocorridas em sua
76 estrutura. A forma com que a forragem está disponível ao animal é conhecida como estrutura
77 da pastagem e segundo Gomide & Gomide (2001) algumas características estruturais
78 condicionam o consumo, dentre elas estão: altura e população de perfilhos, densidade de
79 biomassa, relação folha/colmo, proporção de folhas mortas e inflorescência.

80 Hodgson (1982) ressalta que a massa de forragem por bocado pode variar em virtude
81 da estrutura e da disponibilidade da forragem, o que tornaria pouco representativa a
82 mensuração da ingestão por meio da taxa de ingestão se forem adotados valores fixos tanto
83 para massa/bocado assim como para bocados/tempo, pois os animais tendem a compensar
84 baixas massas de bocado com aumentos na taxa de bocado, realizando mais bocados por
85 unidade tempo e mantendo a taxa de ingestão no tempo considerado, condicionando assim um
86 nível de ingestão diário seguro e harmônico com suas exigências nutricionais.

87 Dentro de períodos extremamente curtos de tempo (minutos), a taxa de ingestão é
88 limitada por propriedades morfológicas da vegetação e pelo aparato ingestivo do animal.
89 Assim, percebe-se que, apesar das inter-relações entre as variáveis descritas acima, o tamanho
90 do bocado é a variável de maior importância, relacionando o consumo e a estrutura da
91 pastagem (Carvalho, 1997).

92 Deste modo a compreensão da regulação do consumo, pode ser demonstrada,
93 fracionando o consumo em variáveis de menor escala, segundo as equações (Hodgson, 1982):

94

95 $\text{Consumo} = \text{Tempo de pastejo} \times \text{Taxa de ingestão}$

96 $\text{Taxa de ingestão} = \text{Tamanho do bocado} \times \text{Taxa de bocados}$

97

98 Medeiros et al. (2007), avaliando o comportamento ingestivo de ovinos em pastagem
99 de azevém anual, realizaram a seguinte metodologia: do nascer ao pôr do sol foram
100 registrados a cada 10 min a frequência de bocados, peso de bocados, o teor de proteína bruta
101 (PB) da forragem ingerida, o tempo de pastejo e o consumo de forragem. Para verificação da

102 taxa de bocados, foi adotado o método do tempo de 20 bocados (Jamieson & Hodgson, 1979),
103 realizando-se, posteriormente, a conversão dos valores obtidos para número de bocados por
104 minuto. O peso de bocado foi determinado de forma simultânea à estimação da frequência de
105 bocado, por meio de coletas manuais realizadas de forma a reproduzir o peso de bocado de
106 cinco ovelhas com mesmo peso e mesma largura de arcada dentária, escolhidas para este fim.
107 Cada amostra destinada à determinação do peso de bocado foi composta por cinco coletas
108 manuais (*hand-plucking*), cada uma equivalente a um bocado realizado pelo animal. A
109 calibração da técnica de coleta manual foi feita de forma comparativa, utilizando-se uma
110 ovelha fistulada no esôfago, a partir de uma regressão utilizada para corrigir os valores
111 obtidos nas coletas manuais. Sendo importante ressaltar que não vem sendo mais utilizada a
112 fístula esofágica devido à questões de bem-estar animal.

113 A divisão do processo de ingestão por animais em situação de pastejo foi proposta por
114 Laca & Demment (1992) que o separaram em duas escalas temporais: curto e longo prazo. No
115 curto prazo, numa escala de minutos a horas de pastejo, o consumo de forragem é resultado da
116 estrutura e acessibilidade do pasto, bem como sua abundância e qualidade. Os principais
117 mecanismos que atuam nessa escala são aqueles relacionados à colheita e manipulação da
118 forragem pelo animal em pastejo, onde a massa do bocado é o parâmetro mais determinante
119 da ingestão e a estrutura do pasto atua com mais evidência, ou seja, o curto prazo expressa a
120 taxa de ingestão de matéria seca (MS). No longo prazo, a resposta funcional é comumente
121 denominada de consumo diário, sendo expressa em kg de matéria seca (MS) por dia e medido
122 em escalas que vão de dias a semanas. Os fatores que controlam o consumo, neste caso,
123 passam a ser focalizados nos processos digestivos, onde a taxa de passagem e a capacidade
124 gastrointestinal assumem importância, ao lado de outros parâmetros de natureza não
125 nutricional, como a termorregulação, a necessidade de socialização, descanso e requerimentos
126 de água, bem como de vigilância, ou seja, esta é a ingestão diária de matéria seca (MS).

127 Segundo Van Soest (1994), os ovinos podem alterar seu consumo por nenhuma razão
128 aparente e é por essa razão que os ensaios devem ser conduzidos por diversas semanas a fim
129 de que seja estabilizado o consumo e diminua-se essa variação. O consumo e a digestibilidade
130 das forragens em ensaios de pastejo são obtidos a partir de estimativas, onde a relação
131 utilizada é: $F_i = Pr/R_a$, onde o consumo F_i é igual ao resíduo fecal (Pr) dividido pela
132 indigestibilidade aparente (R_a) (Van Soest, 1994).

133

134 **2. Estimativas de consumo e digestibilidade com indicadores**

135 A estimativa de valores de digestibilidade é reconhecidamente um dos primeiros
136 parâmetros do valor nutritivo do alimento (Ítavo et al., 2002) entretanto a sua determinação
137 através da coleta total de fezes necessita severo controle da ingestão e excreção, assim como
138 para estimativas de consumo, tornando este método tradicional trabalhoso e oneroso. Seu
139 objetivo é obter de forma acurada a quantidade de alimento fornecido e a quantidade
140 excretada em determinado período de tempo e para isso leva-se em consideração a avaliação
141 do consumo e da produção fecal que poder ser feita através de dois métodos: o convencional,
142 com animais diretamente em gaiolas metabólicas e/ou com uso de bolsas coletoras de fezes;
143 ou pela estimativa da produção fecal, com o uso de indicadores (Canesin et al., 2012).

144 A determinação pelos indicadores (internos e externos), que não requer manuseio de
145 grande quantidade de material e permite obter informações como a quantidade total de
146 alimentos ou de nutrientes específicos, a taxa de passagem da digesta por todo o trato
147 digestivo e a digestibilidade de todo alimento ou de nutrientes específicos (Ferreira et al.,
148 2009b).

149

150 **3. Indicadores internos**

151 Os indicadores têm sido utilizados como ferramenta experimental por muitos anos e
152 um amplo número de substâncias tem sido avaliadas como indicadores para estudar a função
153 digestiva em ruminantes (Zeoula et al., 2002).

154 Segundo Van Soest (1994), a recuperação de frações indigestíveis do alimento é a base
155 para o uso de indicadores internos, que são empregados convenientemente em estudos nos
156 quais são necessárias estimativas de digestibilidade. O conhecimento acerca da digestibilidade
157 dos componentes químicos dos alimentos é um dos principais parâmetros empregados na
158 avaliação nutricional das dietas para ruminantes, isso se justifica pelo fato das perdas fecais
159 serem as de maior magnitude, comparativamente às demais, que ocorrem nos processos de
160 digestão e metabolismo dos alimentos (Leão et al., 2008).

161 Salman et al. (2010) constataram que os indicadores internos apresentam como
162 principal vantagem, sua ocorrência natural nos alimentos o que evita variações acentuadas na
163 excreção fecal, como no caso dos indicadores externos, e segundo Van Soest (1994) estes são
164 convenientes em pastagens e em outros estudos balanceados onde uma estimativa de
165 digestibilidade é necessária. Essa estimativa da digestibilidade (D) é realizada da seguinte
166 maneira:

167

$$D = 100 - \frac{\text{Concentração do indicador no alimento} \times \text{Nutriente nas fezes}}{\text{Concentração do indicador nas fezes} \times \text{Nutriente no alimento}} \times 100$$

170

171 Neste contexto, podem ser descritos como a fração indigestível do alimento: matéria
 172 seca indigestível (MSi), cinza insolúvel em ácido (CIA), cinza insolúvel em detergente ácido
 173 (CIDA), lignina em detergente ácido indigestível (LDAi), fibra em detergente neutro
 174 indigestível (FDNi) e fibra em detergente ácido indigestível (FDAi).

175

176 **3.1 Matéria seca indigestível (MSi)**

177 Kozloski et al. (2009) trabalhando com ovinos mantidos em gaiolas metabólicas,
 178 realizaram um ensaio de digestibilidade com duração de 15 dias, incluindo 10 dias de
 179 adaptação e 5 dias de coletas de dados e amostras e descreveram a determinação da MSi:
 180 foram pesados 5 g de amostra (alimento e fezes) em sacos de poliamida (10 cmx10 cm,
 181 porosidade de 50 µm), selados e incubados no rúmen de bovinos fistulados mantidos em
 182 pastagem. Os sacos foram removidos após 144 h de incubação, lavados intensamente em água
 183 corrente, secos em estufa a 110 °C durante pelo menos 12 horas e pesados. A matéria seca
 184 residual foi considerada a MSi e constataram que o grau médio de recuperação da MSi variou
 185 de 64,8 a 108,5% em todos os ensaios e que, após correção da recuperação fecal, a MSi após
 186 144 horas de incubação *in situ* pode ser utilizada como indicador interno para estimar a
 187 digestibilidade média de uma dieta consumida por um grupo de animais, mas é pouco precisa
 188 para detectar pequenas diferenças na digestibilidade de alimentos impostas pelos tratamentos
 189 em um experimento.

190

191 **3.2 Fibra em detergente neutro indigestível (FDNi)**

192 A célula vegetal é revestida por uma parede celular rígida composta basicamente por
 193 celulose, mas em células adultas esta parede sofre um espessamento que pode formar uma
 194 segunda parede composta por lignina e hemicelulose. O método de determinação das fibras
 195 proposto por Van Soest consiste, inicialmente, em separar o conteúdo celular da parede
 196 celular. Isto é feito aquecendo-se parte da amostra em solução de detergente neutro. O
 197 conteúdo celular solubiliza-se no detergente, enquanto a parede celular não, podendo ser
 198 separada por filtragem. As frações resultantes são denominadas de solúveis em detergente
 199 neutro, e são compostas por proteína, nitrogênio não proteico (NNP), lipídeos, pigmentos,
 200 açúcares, ácidos orgânicos e pectina, e FDN (constituída basicamente por celulose), N ligado
 201 à fibra, hemicelulose e lignina (Salman et al., 2010).

202 No trabalho de Kozloski et al. (2009), com ovinos, após a determinação da MSi os
203 sacos foram tratados em seguida com solução detergente neutro durante 60 minutos, lavando
204 com água destilada quente várias vezes até extração total do detergente residual, imersos em
205 acetona durante 5 minutos, secos em estufa a 110 °C durante pelo menos 12 horas e pesados e
206 chegaram a conclusão que o FDNi como indicador interno foi menos aceitável que a MSi para
207 estimar a digestibilidade da matéria orgânica individual em ovinos e que em estudos com
208 animais em pasto, o consumo individual de forragem pode ser estimado com base em
209 estimativas de ambos, excreção fecal de MS e digestibilidade da MS da forragem. Quando
210 algum indicador é utilizado com o propósito de estimar a digestibilidade, usualmente são
211 coletadas amostras fecais diretamente do reto em horários pré-determinados ao longo do dia,
212 o que não foi realizado por Kozloski et al. (2009). Por esse procedimento, assume-se que a
213 concentração fecal do indicador não varia ao longo do dia e/ou o protocolo de amostragem
214 elimina o erro associado a uma possível variação e os resultados indicam que para melhorar o
215 grau de exatidão das estimativas de consumo de forragem em experimentos de pastejo
216 utilizando resíduo indigestível como indicador interno de digestibilidade, é necessário
217 conduzir ensaios paralelos de digestibilidade, com utilização de gaiola metabólica, para medir
218 o grau de recuperação desse indicador (Kozloski et al., 2009).

219

220 **3.3 Fibra em detergente ácido indigestível (FDAi)**

221 Quando se utiliza solução de detergente ácido a celulose e a hemicelulose solubilizam-
222 se e a lignina ligada à celulose (lignocelulose) é separada por filtragem. As duas frações são
223 denominadas, respectivamente, de solúveis em detergente ácido e FDA. A porção solúvel é
224 integralmente aproveitada por ruminantes ou outros herbívoros e parcialmente por
225 monogástricos não herbívoros (Salman et al., 2010). Sua determinação se dá da mesma
226 maneira que o FDN, porém o detergente nesta será ácido.

227 Zeoula et al. (2002) utilizando ovinos (SRD) e vacas (Holandesas) constataram que a
228 baixa recuperação fecal da FDAi de 89,76% em relação a coleta total de fezes, superestimou a
229 produção fecal e foi considerado um bom indicador na estimativa dos coeficientes de
230 digestibilidade da MS e da MO com semelhança aqueles obtidos pelo método de coleta total
231 de fezes.

232 De modo geral, nos alimentos, os teores de CIA geralmente são baixos, ocorrendo
233 aumento no desvio padrão, esse erro poderia ser reduzido se um componente indigestível de
234 maior porcentagem de MS pudesse ser encontrado ao passo que, o uso da FDNi tem mostrado
235 resultados promissores com indicador interno (Zeoula et al., 2002). Ferreira et al. (2009b)

236 observaram que o FDNi e o FDAi não diferiram entre si e permitiram estimar a
237 digestibilidade de maneira semelhante à coleta total de fezes. Segundo Ítavo et al., (2001)
238 trabalhando com bovinos, o FDAi, após 144 horas de incubação *in vitro* ou *in situ*, tem sido
239 utilizada em estudos de digestibilidade e a estimativa da digestibilidade dos nutrientes podem
240 ser efetuadas utilizando-se a FDAi como indicador interno em ovinos (Alves et al., 2003;
241 Vêras et al., 2005).

242

243 **3.4 Lignina em detergente ácido indigestível (LDAi)**

244 A lignina é um polímero de unidades de fenilpropanóides que ocorre na parede celular
245 das plantas forrageiras. Teoricamente a digestibilidade da lignina é igual a zero (lignina
246 verdadeira). Entretanto, em gramíneas jovens e em outras espécies com baixo conteúdo de
247 lignina, pode-se encontrar uma aparente digestibilidade, o que resulta em erros na estimativa
248 da digestibilidade da forrageira. A deficiência da recuperação da lignina nas fezes é
249 decorrente de alguns fatores, tais como: em gramíneas jovens a lignina possui menor grau de
250 polimerização e os fragmentos de baixo peso molecular são absorvidos e excretados via urina;
251 a lignina bruta pode sofrer contaminação de outros componentes do alimento (reação de
252 Maillard); pode ocorrer formação de material fenólico solúvel, além de que, frações muito
253 pequenas são perdidas durante o processo de filtragem. Na prática, o uso da lignina bruta
254 como indicador apresenta algumas restrições, pelos motivos citados acima, o que pode
255 ocasionar erros nas determinações e comprometer a estimativa dos valores de digestibilidade
256 e consumo (Salmann et al., 2010).

257 Genericamente falando, a lignina é o melhor marcador em rações com alto conteúdo
258 em lignina, especialmente acima de 5% do alimento na matéria seca (Van Soest, 1994). Sua
259 determinação segundo Silva & Queiroz (2002) é a partir da fibra em detergente ácido e
260 existem dois métodos de determinação: o do ácido sulfúrico a 72% p/p (lignina “Klason”) e o
261 do permanganato de potássio (lignina “permanganato”). O conteúdo de lignina pode variar de
262 4 a 12%, podendo chegar às forrageiras mais fibrosas a 20%. Ressalta também que estudos
263 mostram que a temperatura de secagem e a umidade da amostra provocam modificações,
264 aumentando o teor da lignina na amostra, ou seja, sua determinação requer uma metodologia
265 extremamente cautelosa e rigorosa (Silva & Queiroz, 1994).

266 Rodrigues et al. (2010) utilizando 18 ovinos mantidos em gaiolas metabólicas
267 observaram que LDAi apresentou recuperação fecal inferior a 100%, que não houve diferença
268 entre os erros residuais das estimativas da digestibilidade aparente da matéria seca e que os
269 erros de predição da digestibilidade aparente da MS originados pelo seu uso são influenciados

270 pela digestibilidade da MS da dieta. Portanto o erro de predição diminui com o aumento da
271 digestibilidade da dieta, provando que as estimativas da digestibilidade aparente da MS
272 obtidas por este indicador se tornam mais acurados em dietas com digestibilidade aparente de
273 MS próximas a 75%. O que não se aplica a ensaios em pastejo. Segundo Faria & Mattos
274 (1995), dificilmente, uma forrageira tropical apresenta digestibilidade superior a 60%.

275

276 **4. Indicadores externos**

277 Estas substâncias que são também nomeadas como marcadores, traçadores,
278 substâncias de referência ou substâncias indicadoras são constantemente utilizadas para
279 estimar o fluxo da digesta, digestibilidade e produção fecal em diversas espécies animais. Sua
280 escolha deve ser baseada na taxa de recuperação fecal, validada em ensaios de coleta total de
281 fezes, e ao seu custo (Machado et al., 2011).

282 O método de fornecimento de indicador externo aos animais também consiste em
283 importante fonte de variação nos resultados (Fukumoto et al., 2006). Existem dois métodos:
284 *Equilíbrio* - no que são fornecidas diariamente quantidades constantes de indicador aos
285 animais com objetivo de estabelecer uma condição de equilíbrio das concentrações do
286 indicador no trato digestório e nas fezes dos animais e *Dose pulso* - no qual é utilizada apenas
287 uma dose e são realizadas amostragens de fezes em intervalos de tempo curtos, normalmente
288 de 3 a 4 horas, durante 5 a 7 dias, compondo assim a curva de excreção do indicador nas
289 fezes.

290 Supondo a recuperação total do marcador nas fezes, o conhecimento de sua quantidade
291 e concentração em uma amostra representativa de fezes permitirá a estimativa da produção
292 fecal. Esta técnica depende da amostragem de maneira que a variação diurna na concentração
293 fecal não contribua para o erro. Medir a produção fecal diurna pode proporcionar informações
294 para o estabelecimento de um adequado horário amostral (Van Soest, 1994).

295 Varias técnicas existem para a amostragem fecal. Um método é coletar amostras
296 deixadas no campo, quando ministrados juntamente com o indicador *pellets* plásticos (este
297 método trabalha melhor em ambientes secos, onde a contaminação da amostra é mínima e
298 possa existir uma relativa recuperação das fezes) ou coletar amostras de fezes diretamente da
299 ampola retal. Uma alternativa é trabalhar com indicadores encapsulados, impregnado em
300 papel ou em preparações mordentadas (Van Soest, 1994).

301 Ferreira et al. (2009a) constataram que em pesquisas com ruminantes, geralmente são
302 empregados cinco dias para coleta de fezes e propuseram que a diminuição desse período de
303 coleta, além de diminuir o estresse dos animais, poderia resultar em menores quantidades de

304 amostras a serem manuseadas e analisadas, o que tornaria os ensaios dessa natureza menos
305 onerosos e trabalhosos e chegaram a conclusão que três dias de coleta de amostras de fezes
306 (em novilhas) para estimar a digestibilidade são suficientes e recomendados e que os
307 indicadores permitem estimar a digestibilidade de maneira semelhante ao método de coleta
308 total de fezes. Dentre os mais conhecidos estão: óxido crômico (Cr_2O_3) e dióxido de titânio
309 (TiO_2).

310

311 **4.1 Óxido crômico (Cr_2O_3)**

312 O óxido crômico ou sesquióxido de cromo, entre os indicadores externos, é o mais
313 utilizado, apresentando as vantagens de ser barato e facilmente incorporado à dieta. Contudo,
314 vários problemas têm sido correlacionados ao seu uso, como incompleta mistura com a
315 digesta ruminal, passagem mais rápida pelo rúmen que o material fibroso e possibilidade de
316 acúmulo em alguma parte do trato digestivo, além de dificuldades na análise (Machado et al.,
317 2011). Apresenta também propriedade carcinogênica (Figueiredo, 2011)

318 A concentração do óxido crômico nas fezes alcança o equilíbrio seis a sete dias após a
319 administração das doses iniciadas e o modo de fornecimento (em pasto) pode ser uma ou duas
320 vezes ao dia em cápsulas de 1 - 10 g, dependendo da espécie animal (Salmann et al., 2010).

321 Rodrigues et al. (2010) relataram uso de 4g do indicador por animal/dia, via oral e
322 fornecido duas vezes ao dia (2 g por vez), no momento das refeições, por meio de capsulas de
323 gelatina (1 g por cápsula) e aplicador oral para ovinos.

324 Seu método de determinação é pela absorção atômica, proposto por Williams et al.
325 (1962).

326

327 **4.2 Dióxido de titânio (TiO_2)**

328 O dióxido de titânio vem sendo utilizado como alternativa aos indicadores mais
329 comuns como o óxido crômico e pode ser legalmente adicionado ao alimento em quantidades
330 que não excedam 1,0% do produto final (Ferreira et al., 2009b). É um pó de coloração branca,
331 sem odor ou sabor e é insolúvel em água e ácidos diluídos.

332 Apresenta vantagem quanto ao seu custo e sua utilização, pois evita preocupações
333 referentes a possíveis propriedades cancerígenas, assim como apresenta um procedimento
334 analítico rápido e preciso para análise quantitativa (Myers et al., 2004).

335 Sob reação com o Peróxido de Hidrogênio (H_2O_2) apresenta coloração alaranjada, de
336 fácil identificação se os procedimentos foram feitos corretamente.

337 Ferreira et al. (2009a) trabalhando com vacas em lactação constataram que o dióxido
338 de titânio é um indicador adequado podendo inferir a produção de matéria seca fecal e médias
339 de consumo de concentrado. Assim como Pina et al. (2011) concluíram que este indicador
340 externo é efetivo para estimar consumo individual de concentrado em bovinos.

341 Porém Figueiredo (2011), trabalhando com ovinos alimentados com dietas à base de
342 cana-de-açúcar e feno relatou que o dióxido de titânio superestimou a produção fecal e
343 subestimou a digestibilidade dos nutrientes.

344

345 **5. Metodologias de coleta de fezes**

346 Os métodos mais utilizados para a coleta de fezes são a partir do uso de bolsas
347 coletoras (Zeoula et al., 2000), gaiolas metabólicas (Berchielli et al., 2005), coleta após
348 defecação espontânea (Dias et al., 2008) e diretamente da ampola retal (Ferreira et al., 2009a).

349 As bolsas, que nada mais são do que sacolas adaptadas aos animais, evitam a
350 contaminação das fezes com a urina, porém, apresentam como desvantagem a necessidade de
351 adaptação e o peso (quando cheia), o que pode interferir sobre o comportamento dos animais
352 (Carvalho et al., 2007).

353 As gaiolas metabólicas são providas de comedouro, saleiro e bebedouro justamente
354 com a finalidade de manter o animal em questão imóvel. Apresentam como principal
355 desvantagem as questão de bem estar animal e o fato de normalmente o custo de aquisição é
356 muito alto, o que inviabiliza o uso da metodologia (Berchielli et al., 2011).

357 Na coleta após defecação espontânea, cada animal possui um balde individual onde as
358 fezes são colocadas após serem recolhidas do chão. É muito utilizado para bovinos, mas
359 apresentam como principal desvantagem a perda amostral, uma vez que as fezes são
360 recolhidas do chão e o fato de que necessitam, principalmente em fêmeas, a utilização de
361 sondas urinárias a fim de evitar contaminação das fezes com a urina (Ferreira et al., 2009a).

362 A coleta retal, a qual poderia ser exemplificada pela amostragem para análise de OPG
363 (contagem de Ovos Por Grama) é realizada colhendo-se de 5 g a mais, diretamente da ampola
364 retal e apresentam como principal desvantagem a pouca quantidade amostral. Ferreira et al.
365 (2009a) trabalhando com vacas lactantes, realizaram coleta de fezes total e retal por 5 dias e
366 utilizaram cromo e titânio como indicadores externos e concluíram que independente do
367 método de estimativa da produção de matéria seca fecal, os mesmos podem ser utilizados para
368 estimativas de consumo.

369

370 **6. Período de coleta de fezes**

371 O período de coleta deve ter duração suficiente para reduzir ao máximo os erros
372 resultantes da excreção irregular das fezes e da variação diária no comportamento dos animais
373 (Ezequiel et al., 1995). Neste sentido realizar um período de adaptação adequado, com o
374 intuito de reduzir o erro experimental torna-se interessante.

375 Reporta-se também importante admitir que os ovinos demoram 24 horas para excretar
376 as fezes oriundas de determinado alimento ingerido, e os bovinos, 72 horas (Ezequiel et al.,
377 1995) e geralmente são empregados cinco dias para a coleta total de fezes (Ferreira et al.,
378 2009a)

379 Ítavo et al. (2002) trabalhando com novilhos, avaliaram dois períodos de coleta de
380 fezes, 2 e 6 dias, com intervalos de 26 h entre as coletas e relataram que nenhuma das
381 variáveis estudadas foram influenciadas, sendo recomendado a utilização de 2 dias de coleta.
382 Assim como Ferreira et al. (2009a) trabalhando com novilhas avaliaram dois períodos de
383 coleta de fezes, 3 e 5 dias, também não encontraram diferença entre os períodos utilizando 3
384 dias.

385

386 **7. Produção fecal**

387 O consumo de forragem é usualmente o fator mais limitante do desempenho de
388 animais em pastejo, apresentando dificuldades para ser medido diretamente em animais a
389 pasto. De modo que em experimentos desse tipo o consumo pode ser estimado pela medida da
390 excreção fecal e pela estimativa da digestibilidade da forragem consumida (Penning &
391 Johnson, 1983).

392 A informação da qualidade do alimento utilizada pelo animal é dada por meio da
393 digestibilidade, que é a relação entre a quantidade de fração ingerida do alimento e o que é
394 excretado. Os coeficientes de digestibilidade podem ser estabelecidos para a matéria seca
395 (MS) ou energia ou então para cada um dos componentes da matéria orgânica, tais como:
396 proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), extrativo não nitrogenado (ENN), fibra bruta (FB) ou
397 fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutro (FDN) (Salman et al., 2010).

398 Nos ensaios de digestibilidade, segundo Van Soest (1994), pode-se determinar a
399 digestibilidade verdadeira e digestibilidade aparente. Matematicamente, a digestibilidade
400 aparente é igual à digestibilidade verdadeira menos o componente endógeno metabólico.
401 Assim, diferenças na capacidade digestiva de bovinos e ovinos envolvem dois diferentes
402 fatores biológicos: menores perdas metabólicas nos ovinos favorecendo altos valores de
403 digestibilidade em dietas de melhor qualidade e menor habilidade de digerir fibra,

404 promovendo menores valores de digestibilidade para ovinos alimentados com dietas de baixa
405 qualidade (Van Soest, 1994).

406 Segundo Salman et al. (2010), na determinação da digestibilidade, consideram-se os
407 nutrientes ingeridos e os recuperados nas fezes, calculando-se o coeficiente de digestibilidade
408 (CD) por diferença:

409

410
$$CD = \frac{\text{Nutriente ingerido} - \text{Nutriente excretado nas fezes}}{\text{Nutriente ingerido}} \times 100$$

411

412

413 A forma mais precisa de determinação da produção fecal é pelo método direto, que
414 consiste na pesagem diária de todas as fezes produzidas pelo animal, durante o período de
415 cinco dias (Alves et al., 2003), com auxílio de bolsas/sacolas, que evitam a contaminação com
416 a urina, próprias para este fim, metodologia esta de difícil aplicação para animais em pastejo.

417 Estas fezes coletadas são submetidas à pesagem e amostragem de uma alíquota
418 correspondente a 10% de total excretado por animal (Rodrigues et al., 2006) e são
419 identificadas e armazenadas a -15°C. Posteriormente as amostras são pré-secas em estufa
420 ventilada a 55°C e misturadas para constituir uma amostra composta a qual deve ser
421 homogeneizada, moída em peneira de crivo de 1 e 2 mm para posterior análises laboratoriais.
422 Este, é muito trabalhoso e oneroso, requer controle rigoroso de ingestão e excreção se
423 tornando em determinadas situações, estressante para o animal, difícil de ser realizado, pode
424 provocar quedas significativas de consumo, apresenta como grande desvantagem o aumento
425 do requerimento para o trabalho assim como possíveis efeitos prejudiciais de um peso sobre o
426 animal (bolsa) e conseqüentemente sobre seus hábitos de pastejo. Este último é mais sério em
427 pastagens de baixa densidade onde a distância percorrida pode afetar o consumo (Van Soest,
428 1994).

429 Dentro deste contexto, objetivou-se avaliar os períodos de coleta de 3 e 5 dias e o
430 método de coleta total e retal, assim como testar os indicadores internos, matéria seca
431 indigestível (MSi), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), fibra em detergente ácido
432 indigestível (FDAi), lignina em detergente ácido indigestível (LDAi) e cinza em detergente
433 ácido indigestível (CIDA) e indicadores externos óxido crômico e dióxido de titânio, por
434 intermédio das estimativas de: digestibilidade, consumo e digestibilidade aparente dos
435 nutrientes, comparando-os ao método de coleta total de fezes.

436 Os dados foram apresentados em forma de um artigo, intitulado “*Estimativas da*
437 *produção fecal e do consumo de forragem em ovinos utilizando indicadores internos e*

438 *externos*” e para a elaboração do artigo foi utilizada a norma da Revista Brasileira de Saúde e
439 Produção Animal. - RBSPA.

440

REFERÊNCIAS

- 441
- 442
- 443 ALVES, K.S.; CARVALHO, F.F.R.; VÉRAS, A.S.C.; FERREIRA, M.A.; COSTA, R.G.;
- 444 SANTOS, E.P.; FREITAS, C.R.G.; SANTOS JÚNIOR, C.M.; ANDRADE, D.K. Níveis de
- 445 energia em dietas para ovinos Santa Inês: digestibilidade aparente¹. **Revista Brasileira de**
- 446 **Zootecnia**, v.32, n.6, Suple. 2 p.1962-1968, 2003
- 447
- 448 BERCHIELLI, T.T.; OLIVEIRA, S.G.; CARRILHO, E.N.V.M.; FEITOSA, J.V.; LOPES,
- 449 A.D. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.987-996, 2005.
- 450
- 451 BERCHIELLI, T.T.; VEGAGARCIA, A.; OLIVEIRA, S.G. Principais técnicas de avaliação
- 452 aplicadas em estudo de nutrição. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G.
- 453 (Eds). **Nutrição de Ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p.565-600.
- 454
- 455 CANESIN R.C.; FIORENTINI, G.; BERCHIELLI, T.T. Inovações e desafios na avaliação de
- 456 alimentos na nutrição de ruminantes. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13,
- 457 n.4, p.938-952, 2012.
- 458
- 459 CARDOSO, R.C.; VALADARES FILHO, S.; SILVA, J.F.C.; PAULINO, M.F.;
- 460 VALADARES, R.F.D.; CECON, P.R.; COSTA, M.A.L.; OLIVEIRA, R.V. Consumo e
- 461 digestibilidade aparentes totais e parciais de rações contendo diferentes níveis de concentrado,
- 462 em novilhos F1 Limousin x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1832-1843,
- 463 2000.
- 464
- 465 CARVALHO, P.C.F.A estrutura da pastagem e o comportamento ingestivo de ruminantes em
- 466 pastejo. In: **Simpósio Sobre Avaliação De Pastagens Com Animais**, p. 25-52, 1997.
- 467
- 468 CARVALHO, P.C.F.; KOZLOSKI, G.V.; RIBEIRO FILHO, H.M.N.; REFFATTI, M.V.;
- 469 GENRO, T.C.M.; EUCLIDES, V.P.B. Avanços metodológicos na determinação do consumo
- 470 de ruminantes em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, Supl. esp., p. 151-170,
- 471 2007.
- 472
- 473 DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; CECON, P.R.; VALADARES FILHO, S.C.;
- 474 ZERVOUDAKIS, J.T.; CABRAL, L.S.; LEÃO, M.I.; LANA, R.P.; PONCIANO, N.J. Níveis
- 475 de proteína em suplementos para terminação de bovinos em pastejo durante o período de
- 476 transição seca/águas: consumo voluntário e trânsito de partículas. **Revista Brasileira de**
- 477 **Zootecnia**, v.34, n.4, p.1371-1379, 2005.
- 478
- 479 DIAS, M.; LEÃO, M.I.; DETMANN, E. VALADARES FILHO, S.C.; VASCONCELOS,
- 480 A.M.; SOUZA, S.M.; PAULINO, M.F.; MURÇA, T.B. Técnicas para estimativa da
- 481 digestibilidade e produção microbiana em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37,
- 482 n.3, p.504-512, 2008.
- 483
- 484 EZEQUIEL, J.M.B.; SAMPAIO, A.A.M.; OLIVEIRA, M.D.S. Efeito do período de coleta
- 485 sobre a digestibilidade de alguns nutrientes, em ensaios com ovinos. **Revista Sociedade**
- 486 **Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.2, 1995.
- 487
- 488 FARIAS, V.P.; MATTOS, W.R.S. Nutrição de bovinos tendo em vista performances
- 489 econômicas máximas. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Eds). **Nutrição de**
- 490 **bovinos: conceitos básicos e aplicados**. Piracicaba: FEALQ. p.199-222, 1995.

- 491
492 FERREIRA, M.A.F.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, L.F.C.; NASCIMENTO, F.B.;
493 DETMANN, E.; VALADARES, R.F.D. Avaliação de indicadores em estudos com
494 ruminantes: estimativa de consumo de concentrado e de silagem de milho por vacas em
495 lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1574-1580, 2009a.
496
497 FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; PAIXÃO, M.L.;
498 PAULINO, M.F.; VALADARES, R.F.D. Avaliação de indicadores em estudos com
499 ruminantes: digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1568-1573, 2009b.
500
501 FIGUEIREDO, M.R.P. **Indicadores externos de digestibilidade aparente em ovinos**. 2011.
502 98 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária da Universidade Federal
503 de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.
504
505 FUKUMOTO, N.M.; DAMASCENO, J.C.; CÔRTEZ, C.; MATSUSHITA, M.; SANTOS,
506 G.T. Estimativas da digestibilidade e consumo de matéria seca em ovinos alimentados com
507 feno de aveia e concentrado em resposta ao método de administração de alcano externo C₃₂.
508 **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2413-2420, 2006.
509
510 GOMIDE, J.A.; GOMIDE, C.A.M. Utilização e manejo de pastagens. In: Reunião Anual da
511 Sociedade Brasileira de Zootecnia, 38, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 2001.
512
513 HODGSON, J. Ingestive behavior. In: J.D. LEAVER. **Herbage Intake Handbook**. British
514 Grassland Society, Reading, 1982.
515
516 HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Harlow: Essex, 1990.
517
518 ÍTAVO, L.C.V.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F.; VALADARES, R.F.D.;
519 PAULINO, M.F.; ÍTAVO, C.C.B.F.; MORAES, E.H.B.K. Comparação de indicadores e
520 metodologia de coleta para estimativas de produção fecal e fluxo de digesta em bovinos.
521 **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1833-1839, 2002.
522
523 JAMIESON, W.S.; HODGDON, J. The effect of daily herbage allowance and sward
524 characteristics upon the ingestive behavior of calves under strip-grazing management. **Grass**
525 **and Forage Science**, v.34, p.261-271, 1979.
526
527 KOZLOSKI, G.V.; MESQUITA, F.R.; ALVES, T.P.; CASTAGNINO, D.S.; STEFANELLO,
528 C.M.; SANCHEZ, L.M.B. Avaliação do uso de frações indigestíveis do alimento como
529 indicadores internos de digestibilidade em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38,
530 n.9, p.1819-1832, 2009.
531
532 LACA, E.A.; DEMMENT, M.W. Modelling intake of a grazing ruminant in a heterogeneous
533 environment. In: International symposium on vegetation herbivore relationships.
534 **Proceedings...** Academic Press, p.57-76, 1992.
535
536 LEÃO, V.P.C.; FERREIRA, J.Q.; FIGUEIREDO, M.P.; VIANA, A.E.S.; PEREIRA, L.G.R.
537 Cinza insolúvel em ácido em ensaio de digestibilidade em ovinos alimentados com cana-de-
538 açúcar e feno da parte aérea da mandioca¹. **Revista Brasileira Saúde Produção**, v.9, n.3,
539 p.480-487, 2008.
540

- 541 LEITE, E.R. Manejo alimentar de caprinos e ovinos em pastejo no nordeste do Brasil.
542 **Ciência Animal**, v.12, n2, p.119-128, 2002.
543
- 544 MACHADO, A.S.; GODOY, M.M.; LIMA, M.L.M.; FARIA JÚNIOR, O.L.; MORGADO,
545 H.S.; ARAÚJO, E.P. Utilização de Óxido Crômico e LIPE® como indicadores externos na
546 estimativa de digestibilidade em ruminantes. **PUBVET**, v.5, n.20, Ed. 167, Art. 1124, 2011.
547
- 548 MYERS, W.D.; LUDDEN, P.A.; NAYIGIHUGU, V.; HESS, B.W. Technical Note: A
549 procedure for the preparation and quantitative analysis of samples fot titanium dioxide.
550 **Journal of Animal Science**, v.82, p.179-183, 2004.
- 551
- 552 MEDEIROS, R. B.; PEDROSO, C. E. S.; JORNADA, J. B. J.; SILVA, M. A. S.; SAIBRO, J.
553 C. Comportamento ingestivo de ovinos no peíodo diurno em pastagem de azevém anual em
554 diferentes estádios fenológicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.198-204, 2007.
555
- 556 MORENZ, M.J.F.; SILVA, J.F.C.; AROEIRA, L.J.M.; DERESZ, F.; VÁSQUEZ, H.M.;
557 PACIULLO, D.S.C.; LOPES, F.C.F.; ELYAS, A.C.W.; DETMANN, E. Óxido de cromo e n-
558 alcanos na estimativa do consumo de forragem de vacas em lactação em condições de pastejo.
559 **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1535-1542, 2006.
560
- 561 OBEID, J.A.; PEREIRA, O.G.; PEREIRA, D.H.; VALADARES FILHO, S.C.; CARVALHO,
562 I.P.C.; MARTINS, J.M. Consumo e digestibilidade total e parcial de componentes nutritivos
563 em bovinos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta.
564 **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.921-927, 2007.
565
- 566 OLIVEIRA, L.O.F.; SANTOS, S.A.; ABREU, U.G.P; CRISPIM, S.M.A.; NOGUEIRA, E.
567 Uso de indicadores nos estudos de nutrição animal aplicados aos sistemas de produção a
568 pasto. Embrapa Pantanal [recurso eletrônico] ISSN 1981-7233;120, 2012.
569
- 570 PENNING, P.D.; JOHNSON, R.H. The use of internal markers to estimate herbage
571 digestibility and intake. **Jornal of Agricultural Science**, v.100, p.127-131, 1983.
572
- 573 PINA, D.S.; VALADARES FILHO, S.C.; TEDESCHI, L.O.; BARBOSA, A.M.; AZEVÊDO,
574 J.A.G.; VALADARES, R.F.D.; SOUZA, N.K.P; FONSECA, M.A. Níveis de inclusão e
575 tempo de exposição de cana-de-açúcar ao óxido de cálcio sobre parâmetros digestivos e o
576 desempenho de novilhas Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.3, p.648-656,
577 2011.
- 578
- 579 RODRIGUES, N.M.; SALIBA, E.O.S.; GUIMARÃES, J.R.R. Uso de indicadores para
580 estimativa de consumo a pasto e digestibilidade. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira
581 de Zootecnia, 43., João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, 2006.
582
- 583 RODRIGUES, P.H.M.; GOMES, R.C.; SIQUEIRA, R.F.; MEYER, P.M.; RODRIGUES,
584 R.R. Acurácia, precisão e robustez das estimativas da digestibilidade aparente da matéria seca
585 determinada com o uso de indicadores em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39,
586 n.5, p.1118-1126, 2010.
587
- 588 SALMAN, A.K.D.; FERREIRA, A.C.D.; SOARES, J.P.G.; SOUZA, J.P. Metodologias para
589 avaliação de alimentos para ruminantes domésticos. Doc 136, ISSN 0103-9865, 2010.

- 590 SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos. Métodos Químicos e Biológicos**, 3.ed.
591 Viçosa, MG: Editora UFV, 2002.
592
- 593 Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. Ed. Ithaca: Cornell University
594 Press, 1994.
595
- 596 VÉRAS, R.M.L.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C.; CARVALHO, F.F.R.;
597 CAVALCANTI, C.V.A.; SANTOS, G.R.A.; MENDONÇA, S.S.; SOARES, C.A.;
598 SAMPAIO, C.B. Substituição do milho por farelo de palma forrageira em dietas para ovinos
599 em crescimento. Consumo e digestibilidade¹. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1,
600 p.351-356, 2005.
601
- 602 WILLIAMS, C.H.; DAVID, D.J.; IISMA, O. The determination of chromic oxide in feces
603 samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Agricultural Science**, v.59, n.2,
604 p.381-385, 1962.
605
- 606 ZEOULA, L.M.; KASSIES, M.P.; FREGADOLLI, F.L.; PRADO, I.N.; BRANCO, A.F.;
607 CALDAS NETO, S.F.; DALPONTE, A.O. Uso de indicadores na determinação da
608 digestibilidade parcial e total em bovinos. **Acta Scientiarum**, v.22, n.3, p.771-777, 2000.
609
- 610 ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N.; DIAN, P.H.M.; GERON, L.J.V.; CALDAS NETO, S.F.;
611 MAEDA, E.M.; PERON, P.D.P.; MARQUES, J.A.; FALCÃO, A.J.S. Recuperação fecal de
612 indicadores internos avaliados em ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4,
613 p.1865-1874, 2002.
614

615 **Estimativas da produção fecal e do consumo de forragem em ovinos utilizando**
 616 **indicadores internos e externos**

617
 618 *Fecal production and feed intake estimative in sheep using internal and external markers*
 619

620 **RESUMO**

621 Objetivou-se avaliar dois períodos (3 e 5 dias) e dois métodos (total e retal) de coleta de fezes
 622 para determinação das estimativas de produção fecal e consumo de forragem. Foram
 623 utilizados indicadores internos: matéria seca indigestível (MSi), fibra em detergente neutro
 624 indigestível (FDNi), fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) e lignina em detergente
 625 ácido indigestível (LDAi) e indicadores externos: Óxido crômico e Dióxido de titânio,
 626 comparando-os ao método de coleta total de fezes. Seis ovinos machos castrados, canulados
 627 no rúmen, mantidos em baias 3 m², foram alimentados com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu
 628 *in natura*, cortada e oferecida duas vezes ao dia. O período experimental foi 31 dias,
 629 distribuídos em dois períodos de sete dias de adaptação e cinco dias de coleta, com sete dias
 630 de intervalo entre eles. O inóculo ruminal era proveniente de três carneiros sem raça definida,
 631 mantidos em pastagem. A utilização de três dias de coleta retal de fezes foi suficiente para
 632 obter respostas favoráveis de consumo, digestibilidade aparente e produção de matéria seca
 633 fecal. LDAi, coletado por cinco dias em ambas as metodologias, se mostrou apto em estimar a
 634 produção de matéria seca fecal e o consumo. Dióxido de titânio também se mostrou capaz em
 635 estimar a produção de matéria seca fecal e consumo, em ambas as metodologias e períodos de
 636 coleta. O Óxido crômico se mostrou hábil nas estimativas em ambas as metodologias, porém,
 637 ao estimar o consumo há necessidade da utilização de cinco dias de coleta.
 638

639
 640 **Palavras-chave:** *Brachiaria*; Coleta total de fezes; Fibra indigestível; Indicador externo;
 641 Indicador interno; Lignina
 642

643 **SUMMARY**

644 The objective was to evaluate two periods (3 to 5 days) and two methods (total and rectal) of
 645 feces collection for determination of estimates of fecal production and forage intake. Internal
 646 markers were used: indigestible dry matter (iDM), indigestible neutral detergent fiber (iNDF),
 647 indigestible acid detergent fiber (iADF) and indigestible acid detergent lignin (iADL) and
 648 external markers: chromic oxide and titanium dioxide, comparing the method of total
 649 collection. Six wether, cannulated in the rumen, kept in pens 3 m², were fed *Brachiaria*
 650 *brizantha* cv. Marandu *fresh*, cut and provided twice daily. The experiment lasted 31 days,
 651 divided into two periods of seven days of adaptation and five days of collection, with seven
 652 day interval between them. The rumen fluid was obtained from three sheep mixed breed, kept
 653 on pasture. The use of rectal three days the fecal collection was sufficient to obtain favorable
 654 responses intake, digestibility and production of fecal dry matter. The internal marker,
 655 indigestible acid detergent lignin (iADL) collected for five days in both approaches, was able
 656 to estimate the production of fecal dry matter and consumption. On the external marker,
 657 titanium dioxide was capable of estimating the fecal dry matter production and consumption
 658 in both methodology and collection periods. The chromic oxide was also skilled in these two
 659 estimates in both approaches, however, to evaluate intake is necessary to use five days of
 660 collection.
 661

662 **Keywords:** *Brachiaria*; External markers; Fecal total collects; Indigestible fiber; Internal
 663 indicator; Lignin
 664

665

666 **INTRODUÇÃO**

667

668

669

670

671

A busca pela maximização da lucratividade e sustentabilidade dos sistemas de produção procura atender com maior precisão as exigências dos animais, com o uso racional dos nutrientes presentes na pastagem, reduzindo assim a perda destes no meio ambiente. Para isso existe a necessidade de se conhecer a composição bromatológica, consumo e a digestibilidade dos nutrientes.

672

673

674

675

676

677

678

679

680

681

O método convencional utilizado para obtenção destas estimativas é feito através da coleta total de fezes (Zeoula et al., 2000) utilizando gaiolas metabólicas e/ou por intermédio de bolsas coletoras, o que caracteriza este procedimento como trabalhoso e em determinados casos, como em animais mantidos em pastagem, difícil de ser realizado. Outro aspecto que deve ser levado em consideração é o desconforto, tanto da gaiola como das bolsas e arreios, causado aos animais o que pode interferir em seu comportamento e conduzi-lo a redução do consumo (Carvalho et al., 2007). Todavia com o intuito de suprir essa necessidade e sanar os problemas citados, estudos mostram que há a possibilidade de uma amostragem colhida diretamente da ampola retal (Fontes et al., 2005; Pereira et al., 2007; Ferreira et al., 2009a; Oliveira et al., 2009).

682

683

684

685

686

687

Contudo, deve-se considerar que existe um período necessário para que se possa realizar a amostragem desse material e a fim de minimizar o labor, idealiza-se encurtar o período de coleta de maneira a se ter um número representativo de amostras em poucos dias. O que ressalta-se como importante, apesar da bovinocultura onde Ferreira et al. (2009b) apontaram que 3 dias de coleta total são suficientes para obter as respostas em questão, é que na ovinocultura este período ainda não foi estabelecido.

688

689

690

Neste sentido, várias alternativas metodológicas veem sendo propostas e uma delas é a partir do uso de indicadores que podem ser classificados como internos e externos (Zeoula, 2002).

691 Segundo Ítavo et al. (2002a), os indicadores internos são constituintes da dieta que se
692 apresentam inalterados através do trato gastrintestinal. Fato este classificado como principal
693 vantagem, pois naturalmente apresentam características consideradas ideais, dentre elas,
694 ausência de influência negativa sobre o sistema digestivo animal e microbiano (Detmann et al.
695 2007). Kozloski et al. (2009) ressaltaram que indicadores internos expressam respostas com
696 precisão e exatidão, desde que o grau de recuperação do indicador seja medido e considerado
697 no cálculo.

698 Já os indicadores externos são uma variedade de compostos inertes, administrados aos
699 animais, tendo a limitação por não se comportarem como partículas do alimento, e quando
700 aderidos a sua porção fibrosa, podem alterar algumas características químicas e físicas, como
701 a gravidade específica (Ehle et al., 1984). O óxido crômico (Cr_2O_3) vem sendo o mais
702 utilizado, devido a sua facilidade de incorporação às dietas e ao custo relativamente baixo
703 (Canesin et al., 2012) entretanto Titgemeyer et al. (2001) ressaltaram que o cromo não é
704 aprovado pelo *Food and Drug Administration* (FDA) como aditivo alimentar. Em
705 contrapartida surge o dióxido de titânio (TiO_2) como alternativa, visto que pode ser
706 adicionado legalmente ao alimento fornecido (Ferreira et al., 2009b).

707 A determinação da digestibilidade utilizando indicadores (internos e externos) não
708 requer manuseio de grande quantidade de material e permite obter informações como a
709 quantidade de alimentos (nutrientes) específicos, a taxa de passagem da digesta por todo o
710 trato digestivo, a digestibilidade de nutrientes específicos, a produção de matéria seca fecal e
711 a estimativa do consumo (Ferreira et al., 2009b). Estudos têm proporcionado ajustes nas
712 metodologias de fornecimento (dose diária e tempo de estabilização), coletas (vezes por dia e
713 número de dias) e análises (vícios de amostragem e procedimentos laboratoriais) tornando
714 suas estimativas cada vez mais precisas (Oliveira et al., 2012).

715 Dentro deste contexto, objetivou-se avaliar dois períodos (3 e 5 dias) e dois métodos
716 (total e retal) de coleta de fezes em ovinos para determinação das estimativas de
717 digestibilidade, produção fecal e consumo de nutrientes por intermédio de indicadores
718 internos e externos.

719

720 MATERIAL E MÉTODOS

721 O experimento foi conduzido entre o período de Novembro a Dezembro de 2013 no
722 Laboratório de Metabolismo Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia -
723 FAMEZ da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS, situada em Campo Grande
724 - MS. Esta área, segundo a classificação de Köppen (1928), situa-se na faixa de transição
725 entre o clima Cfa e Aw tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno,
726 apresentando precipitação média anual de 1560mm. O projeto foi aprovado pelo Comitê de
727 Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFMS (protocolo nº 573/2013).

728 Foram utilizados seis ovinos, castrados, sem raça definida (SRD), canulados no rúmen
729 oriundos do Setor de Ovinocultura da FAMEZ/UFMS, apresentando peso médio de $48,62 \pm$
730 $2,73$ kg, mantidos em baias individuais, de 3 m^2 , com piso ripado, provido de comedouro e
731 bebedouro. Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em
732 esquema fatorial 2×2 (2 períodos de coleta de fezes e 2 métodos de coleta de fezes). Foram
733 utilizados indicadores externos e internos (1) Dióxido de Titânio; (2) Óxido Crômico; (3) MSi
734 - matéria seca indigestível; (4) FDNi - fibra em detergente neutro indigestível; (5) FDAi -
735 fibra em detergente ácido indigestível; (6) LDAi - lignina em detergente ácido indigestível,
736 obtidos por incubação *in vitro* em líquido ruminal de ovinos por 144 horas.

737 O alimento ofertado foi *Brachiaria brizantha* cv. Marandu *in natura*, esta forrageira
738 encontrava-se em uma área sem lotação animal, em crescimento livre e foi cortada em sua
739 base com auxílio de roçadeira. Colhida diariamente, em duas porções fornecidas às 8 e as 17

740 h, permitindo sobras de 5 a 10% do total fornecido. Antes de oferecidas, o material era
741 selecionado, com propósito de fornecer maior quantidade de folhas, e cortado em
742 aproximadamente 5-10 cm com auxílio de tesoura, este manejo foi adotado para minimizar
743 perda de alimento oferecido no cocho (adaptado) devido ao comportamento de apreensão dos
744 animais.

745 O período experimental foi composto por dois períodos de 12 dias, sendo sete dias
746 para adaptação ao alimento e ao indicador externo, obtenção de um *platô* de consumo e
747 excreção mais homogêneo e cinco dias para coletas total e retal de fezes, assim como
748 amostras do alimento fornecido e sobras. Entre os períodos foi realizado um intervalo de sete
749 dias para eliminação do indicador externo do trato digestivo a fim de evitar qualquer interação
750 e/ou alteração durante as análises, totalizando 31 dias experimentais.

751 Durante o período de adaptação, as amostras (de alimento e sobras) foram colhidas
752 com intenção de se obter uma amostra individual por animal/período experimental, ao passo
753 que durante o período de coleta estas também foram colhidas desta maneira, após a análise
754 bromatológica, as mesmas foram misturadas em uma proporção de 5 g por dia com o
755 propósito de formar uma amostra composta.

756 As fezes foram colhidas com finalidade de se obter uma amostra composta por
757 animal/período experimental /método de coleta (Total e Retal) /período de coleta (3 ou 5 dias)
758 e a amostra retal foi colhida diretamente da ampola retal, 30 minutos antes do primeiro
759 arraçoamento, momento em que as bolsas coletoras eram esvaziadas, a fim de evitar perda
760 amostral da coleta total. Para a avaliação da metodologia de coleta (Total x Retal) e período
761 de coleta (3 x 5) foi adotado o delineamento de parcelas subdivididas.

762 Todas foram devidamente identificadas e armazenadas a -10°C e, depois de secas,
763 processadas em moinho com peneira dotada de crivos de 2 e 1 mm para posterior análises
764 laboratoriais, as quais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Faculdade de

765 Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) e
766 no Laboratório de Biotecnologia Aplicada a Nutrição Animal da Universidade Católica Dom
767 Bosco (UCDB) situadas em Campo Grande-MS.

768 As análises para determinação dos teores de matéria seca (MS) (INCT-CA G-003/1),
769 matéria mineral (MN) (INCT-CA M-001/1), proteína bruta (PB) (INCT-CA N-001/1)
770 seguiram as recomendações de Detmann et al. (2012).

771 Para determinação da fibra em detergente neutro (FDN) (INCT-CA F-001/1) e,
772 sequencialmente, fibra em detergente ácido (FDA) (INCT-CA F-003/1), 0,5 g de amostra
773 foram acondicionadas em sacos de TNT (cortados e selados a um tamanho de 5x5 cm)
774 previamente secos, identificados e pesados, e submetidos à fervura com solução de detergente
775 neutro e ácido (respectivamente) por 1 hora (Van Soest & Robertson, 1985), lavados com
776 água quente (80°C 3x10 min) e acetona (10 min), secos e pesados. Este resíduo foi
777 considerado o FDN e FDA.

778 Para a determinação da lignina utilizou-se o metodologia Klason (INCT-CA F-007-1),
779 sequencialmente às determinações de FDN e FDA, as amostras foram acondicionadas nos
780 potes da incubadora para testes de degradabilidade MA443 Marconi[®] (26 sacos TNT por
781 pote), agitadas por 3 horas com 500 ml solução de lignina (Ácido Sulfúrico 72%) e
782 posteriormente lavadas em água corrente até estabilização de pH neutro.

783 Para o indicador interno foi adotado o delineamento de blocos casualizados e estes
784 foram determinados através do método sequencial (MSi, FDNi, FDAi e LDAi). Para
785 determinação dessas partições indigestíveis (MSi, FDNi, FDAi e LDAi), 0,5 g de amostra
786 trituradas a 2 mm, foram acondicionadas em sacos TNT, previamente secos e pesados, e
787 inoculados por 144 horas, período este apto a representar a porção indigestível do alimento
788 (Ítavo et al., 2002a), em incubadora *in vitro* para testes de degradabilidade (MA443
789 Marconi[®]). Foram adicionados 1600 ml de solução tampão e 400 ml do inóculo ruminal e

790 purgado CO₂ para manter as condições anaeróbicas. Após 144 h de inoculação, os sacos
791 foram retirados e lavados em água corrente até seu total clareamento, em sequência secos em
792 estufa de 105 °C por 12 horas e pesados para determinação da MSi, logo em seguida fervidos
793 por 1 hora em solução de detergente neutro (Van Soest & Robertson, 1985), lavados com
794 água quente (80°C por 3x10 min) e acetona (10 min), secos e pesados, seu resíduo
795 considerado o FDNi. Sequencialmente, para a determinação da concentração de FDAi, foi
796 adotado o mesmo procedimento com solução de detergente ácido. Para a determinação do
797 LDAi foi adotada a metodologia de Klason (INCT-CA F-007-1).

798 O inóculo ruminal foi proveniente de três carneiros sem raça definida (SRD), adultos,
799 castrados, com peso médio de 50 kg, canulados no rúmen, mantidos em pastagem *Brachiaria*
800 *brizantha* cv. Marandu. A coleta de líquido foi realizada no período da tarde e todo material
801 coletado homogeneizado durante 10 segundos, em seguida transferido para uma garrafa
802 térmica pré-aquecida previamente purgada com CO₂ e fechada hermeticamente. A solução
803 tampão foi preparada com os seguintes reagentes: Solução “A” (g/litro): 10 g KH₂PO₄; 0,5 g
804 MgSO₄.7H₂O; 0,5 g NaCl; 0,1 g CaCl₂.2H₂O; 0,5 g ureia, e a Solução “B” (g/100ml): 15 g
805 Na₂CO₃; 1 g Na₂S.9H₂O. Estas foram misturadas na relação 1:5 atingindo o pH de 6,8 na
806 temperatura constante de 39°C (McDougall, 1948).

807 Para o indicador externo foi adotado o delineamento *cross over*, onde em cada período
808 amostral, três animais receberam cada tipo de indicador externo sendo que ao final do
809 experimento, todos os animais receberam os dois indicadores externos. Estes (Óxido crômico
810 e Dióxido de titânio) foram pesados, empacotados em papel filtro e infundidos no rúmen dos
811 animais, através da cânula, 4 g/animal/dia, no mesmo momento em que era feita a
812 amostragem retal, 30 minutos antes do primeiro arraçoamento.

813 Para determinação do dióxido de titânio, uma amostra de 0,2 g de fezes, 10 ml de
814 ácido sulfúrico e 5 g de mistura catalítica foi digerida, por 2 horas, a temperatura de 400°C,

815 em tubos para determinação de proteína. Após a digestão, 10 mL de H₂O₂ (Peróxido de
816 Hidrogênio 30%) foram adicionados lentamente, o material do tubo transferido para balões de
817 50 ml e o volume completado com água destilada. Uma curva padrão foi preparada com 2, 4,
818 6, 8, 10 mg de dióxido de titânio para as posteriores leituras em espectrofotômetro com
819 comprimento de onda de 410 nm. O procedimento foi adaptado de Detmann et al. (2012)
820 (INCT-CA M-007/1).

821 Para determinação do óxido crômico, uma amostra de 0,2 g de fezes e 5 ml de solução
822 digestora foi acondicionado em bloco digestor a 200°C até atingir coloração alaranjada,
823 deixando um volume final entre 1 e 2 ml. Após a digestão o material do tubo foi transferido
824 para balões de 50 ml e o volume completado com água destilada. Uma curva padrão
825 preparada com 2, 4, 6, 8, 10 mg de óxido crômico para as posteriores leituras em
826 espectrofotômetro com comprimento de onda de 540 nm. O procedimento foi adaptado de
827 Detmann et al. (2012) (INCT-CA M-005/1).

828 As estimativas de produção fecal, digestibilidade e consumo de matéria seca foram
829 calculadas seguindo as seguintes equações (Berchielli et al., 2006):

$$830 \quad \text{PMSFecal}_e = \text{Indicador (g)} / \text{Concentração do Indicador nas Fezes}$$

$$831 \quad \text{DMS}_e = (\text{MS ingerida} - \text{MS excretada}) / \text{MS ingerida}$$

$$832 \quad \text{CMS}_e = \text{PMSFecal} / (1 - \text{DMS})$$

833 Os dados foram avaliados por meio de análise de variância e as médias comparadas
834 pelo teste de *Dunnnett* a 5%, utilizando o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG
835 (UFV, 1997).

836 RESULTADOS E DISCUSSÃO

837 Na avaliação da composição bromatológica da forrageira fornecida colhida em dois
838 períodos de coleta, de 5 e 3 dias, destaca-se que o teor médio de PB e de LIG foram de 69,06
839 e 67,9 g/kg respectivamente, assim como os teores de FDN e FDA foram de 717,56 e 415,58
840 g/kg (Tabela 1).

841
842 Tabela 1. Composição bromatológica da forrageira oferecida em função do período de coleta
843 de fezes

| | Período de coleta total de fezes | | EPM | P ₁ |
|------------------|----------------------------------|--------|-------|----------------|
| | 5 dias | 3 dias | | |
| MS (g/kg) | 235,96 | 237,97 | 0,051 | 0,663 |
| MO (g/kg de MS) | 906,33 | 907,48 | 0,017 | 0,467 |
| MM (g/kg de MS) | 93,67 | 92,52 | 0,017 | 0,467 |
| PB (g/kg de MS) | 69,26 | 68,87 | 0,080 | 0,955 |
| FDN (g/kg de MS) | 716,80 | 718,32 | 0,037 | 0,655 |
| FDA (g/kg de MS) | 414,45 | 416,71 | 0,125 | 0,838 |
| LIG (g/kg de MS) | 67,85 | 67,95 | 0,028 | 0,965 |

844 EPM = Erro padrão da média

845 P₁ = Efeito do período de coleta de fezes (5 dias x 3 dias)

846 MS = Matéria seca; MO = Matéria orgânica; MM = Matéria mineral; PB = Proteína bruta; FDN = Fibra em
847 detergente neutro; FDA = Fibra em detergente ácido; LIG = Lignina

848

849 Estima-se que 50% das áreas de pastagem cultivadas na região Centro-Oeste são
850 formadas por *Brachiaria* e que esta forrageira não apresenta alto valor nutricional. Deste
851 modo, embora o desempenho dos animais não tenha sido objeto de estudo deste trabalho,
852 destaca-se que o teor médio de PB (≈ 70 g/kg), da forrageira em questão, é considerado o
853 mínimo exigido para atender as exigências de manutenção de ruminantes (Van Soest, 1994), o
854 que pode ser decorrente de uma maior proporção de colmos (Pereira et al., 2008) sendo
855 justificado pelos altos níveis de lignina (67,9 g/kg) encontrados (Tabela 1), valores estes
856 geralmente relatados na literatura entre 2 e 3% (Chambela Neto et al., 2008; Maranhão et al.,
857 2009; Pariz et al., 2011).

858 Dentre os aspectos que definem a qualidade da forrageira, estão os teores de FDN e
859 FDA, sendo que valores acima de 55 a 60% FDN (Van Soest, 1994) e acima de 40% de FDA
860 (Noller, 1997) correlacionam-se negativamente com o consumo voluntário dos animais.

861 Também Queiroz et al. (2011) avaliando *Brachiaria brizantha* cv. Marandu aos 30 e 60 dias
 862 de rebrota, encontraram teores de $\approx 70\%$ FDN aos 60 dias, e atribuíram este resultado à
 863 relação folha:caule, devido a maior concentração de fibra no caule em relação às folhas.

864 Em consonância a esta questão existe o período do ano em que o experimento foi
 865 conduzido (Nov-Dez), época de transição, final do período seco e início do período chuvoso.
 866 Santos et al. (2004) avaliando características químico-bromatológicas de *Brachiaria* durante a
 867 seca, no período de Julho e Outubro relataram, teores de PB inferiores a 2,5% e de lignina
 868 superiores a 8,7% atribuindo esta situação à redução do extrato folhoso do relvado, em razão
 869 da baixa rebrotação em virtude do inverno seco, refletindo em baixa disponibilidade e
 870 proporção média de folhas verdes e alta disponibilidade de matéria seca de caules.

871 Com relação ao período de coleta total de fezes, não houve efeito de variação entre os
 872 dias de avaliação, 5 e 3 ($P>0,05$), para a composição bromatológica (Tabela 1), sugerindo a
 873 amostragem em menor período, 3 dias.

874 A média de consumo de MS foi de 890,08 g/dia, o que equivale a 1,83% PC (peso
 875 corporal) dos animais, assim como a média de consumo de FDN foi de 624,33 g/dia,
 876 equivalente a 1,28% (Tabela 2)

877

878 Tabela 2. Consumo dos nutrientes em ovinos, em função do período de coleta total de fezes

| | Período de coleta total de fezes | | EPM | P ₁ |
|--------------|----------------------------------|--------|-------|----------------|
| | 5 dias | 3 dias | | |
| CMS (g/dia) | 891,85 | 888,39 | 6,128 | 0,950 |
| CMO (g/dia) | 808,19 | 805,79 | 5,499 | 0,965 |
| CMM (g/dia) | 83,67 | 82,60 | 0,662 | 0,860 |
| CPB (g/dia) | 67,12 | 66,55 | 1,103 | 0,957 |
| CFDN (g/dia) | 624,80 | 623,86 | 4,237 | 0,975 |
| CFDA (g/dia) | 360,02 | 361,02 | 3,069 | 0,975 |
| CLIG (g/dia) | 60,81 | 60,78 | 0,576 | 0,992 |

879 EPM = Erro padrão da média

880 P₁ = Efeito do período de coleta de fezes (5 dias x 3 dias)

881 CMS = Consumo de matéria seca; CMO = Consumo de matéria orgânica; CMM = Consumo de matéria mineral;

882 CPB = Consumo de proteína bruta; CFDN = Consumo de fibra em detergente neutro; CFDA = Consumo de fibra

883 em detergente ácido; CLIG = Consumo de lignina

884

885 Salienta-se que os elevados teores de FDN e FDA da gramínea (Tabela 1),
 886 influenciaram negativamente o CMS (Van Soest, 1994; Noller, 1997), porém, Van Soest
 887 (1994) sugere o consumo de FDN entre 0,8 e 1,2% PC, enfatizando que esse limite pode ser
 888 ultrapassado, quando a densidade energética da dieta é baixa.

889 Medidas de digestibilidade servem para qualificar os alimentos quanto ao seu valor
 890 nutritivo e indicam o percentual aproveitável de cada nutriente do alimento (Van Soest, 1994)
 891 todavia destaca-se que a digestibilidade da matéria seca (DMS = 585,20 g/kg, Tabela 3)
 892 encontra-se similar aos 55%, limiar onde a qualidade da forrageira passa a ser relevante (Brito
 893 et al. 2003). Porém volta-se a enfatizar que os teores de PB foram inferiores a 70 g/kg, o que
 894 pode promover redução na digestão devido a inadequados níveis de nitrogênio para os
 895 microorganismos do rúmen (Milford & Minson, 1966), além do elevado teor de lignina 67,9
 896 g/kg (Tabela 1).

897
 898 Tabela 3. Digestibilidade aparente dos nutrientes em ovinos, em função do período de coleta
 899 total de fezes.

| | Período de coleta total de fezes | | EPM | P ₁ |
|-------------|----------------------------------|--------|-------|----------------|
| | 5 dias | 3 dias | | |
| DMS (g/kg) | 584,72 | 585,69 | 2,333 | 0,965 |
| DMO (g/kg) | 636,20 | 635,53 | 1,449 | 0,957 |
| DPB (g/kg) | 574,96 | 573,64 | 5,962 | 0,975 |
| DFDN (g/kg) | 566,20 | 558,00 | 2,570 | 0,726 |
| DFDA (g/kg) | 556,57 | 550,77 | 2,532 | 0,801 |

900 EPM = Erro padrão da média;

901 P₁ = Efeito do período de coleta de fezes (5 dias x 3 dias)

902 DMS = Digestibilidade da matéria seca; DMO = Digestibilidade da matéria orgânica; DPB = Digestibilidade da
 903 proteína bruta; DFDN = Digestibilidade da fibra em detergente neutro; DFDA = Digestibilidade da fibra em
 904 detergente ácido

905

906 Como consequência, na Tabela 3, observam-se valores moderados de digestibilidade
 907 da matéria orgânica (635,86 g/kg), proteína bruta (574,30 g/kg), fibra em detergente neutro
 908 (562,10 g/kg) e fibra em detergente ácido (553,67 g/kg).

909 Allen (1996) relatou que as características do alimento são influenciadas pelas
 910 interações entre dieta, animal e microorganismos ruminais, afetando, assim, o tempo de
 911 permanência no rúmen e a atividade microbiana e uma vez que o enchimento ruminal

912 desempenha um dos principais papéis determinantes na ingestão em ruminantes, o volume
 913 físico de forragens menos digestíveis e a capacidade do trato gastrintestinal são considerados
 914 um fator dominante que limita a ingestão (Ítavo & Ítavo, 2005).

915 Para consumo de nutrientes (Tabela 2) e digestibilidade aparente (Tabela 3) não houve
 916 diferença estatística entre os períodos de coleta, 5 e 3 dias, sugerindo que a composição das
 917 fezes é constante, podendo ser amostrada em menor período sem prejuízo para as estimativas
 918 de digestibilidade, ou seja, a utilização da metodologia de 3 dias de coleta total de fezes,
 919 resulta em menor tempo de amostragem e menor quantidade de amostras a serem processadas
 920 e analisadas, sem alterações nas médias dos resultados, após estabilização do consumo e taxa
 921 de passagem (período de adaptação).

922 Não houve diferença significativa entre os períodos de coleta (5 e 3 dias) para
 923 produção de MS fecal observada, com médias de 366,08 e 368,80 g/dia, respectivamente.
 924 (Tabela 4).

925
 926 Tabela 4. Produção de matéria seca fecal observada e estimada por indicadores internos (MSi,
 927 FDNi, FDAi, LDAi) em função do método de coleta (Total e Retal) em dois
 928 períodos de coleta (5 e 3 dias).

| | Método de coleta | | Período de coleta | | EPM | P ₁ | P ₂ | P ₃ |
|----------------|------------------|------------|-------------------|-----------|-------|----------------|----------------|----------------|
| | Total | Retal | 5 dias | 3 dias | | | | |
| Observado | 367,44 B | 367,44 B * | 366,08 B | 368,80 B | 1,354 | 0,753 | 0,920 | 0,920 |
| MSi | 454,86 Aa | 451,39 Aa | 475,32 Aa | 430,93 Ab | 0,552 | 0,818 | 0,003 | 0,066 |
| FDNi | 534,28 Aa | 525,86 Aa | 508,51 Ab | 551,63 Aa | 0,566 | 0,584 | 0,005 | 0,151 |
| FDAi | 516,77 Aa | 478,73 Ab | 453,55 Ab | 541,95 Aa | 0,627 | 0,026 | 0,001 | 0,023 |
| LDAi | 415,39 Aa | 407,24 Aa | 359,19 Bb | 463,44 Aa | 0,509 | 0,555 | 0,001 | 0,234 |
| EPM | 0,230 | 0,209 | 0,186 | 0,230 | | | | |
| P ₄ | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | | | | |

929 ¹ Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma coluna, diferem entre si pelo teste *Dunnnett* (P<0,05)

930 ² Médias seguidas por letras minúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si pelo teste *t* (P<0,05)

931 * Foi utilizada a média da coleta total observada para fins de comparação

932 P₁ = Efeito do método de coleta de fezes (Total x Retal)

933 P₂ = Efeito do período de coleta de fezes (5 dias x 3 dias)

934 P₃ = Efeito da interação método x período de coleta de fezes

935 P₄ = Efeito do indicador x coleta total de fezes (observado x estimado)

936

937 Resultado semelhante foi observado por Ferreira et al. (2009a), trabalhando com vacas
 938 em lactação, avaliando indicadores internos, externos e períodos de coletas de 3 e 5 dias.

939 Em sequência a essa tentativa em tornar a análise mais eficiente e ágil, avaliando o
940 método de coleta de fezes total (T) e retal (R), observa-se que não houve diferença estatística
941 entre os indicadores internos: matéria seca indigestível (MSi), fibra em detergente neutro
942 indigestível (FDNi) e lignina em detergente ácido indigestível (LDAi). O que leva a analisar o
943 fato de que não houve interação entre método de coleta e período de coleta para os mesmos,
944 assim, o procedimento mais simples pode ser adotado.

945 Na comparação entre os indicadores internos, apenas lignina em detergente ácido
946 indigestível (LDAi) apresentou resultado semelhante à coleta total (Observada), mostrando-se
947 eficiente como estimador de produção fecal (Tabela 4). Vários são os fatores favoráveis a essa
948 resposta, dentre eles estão a elevada concentração de lignina na forragem consumida, o que
949 confere um bom padrão de recuperação nas fezes, a constância nas análises para obtenção dos
950 resultados dos componentes indigestíveis, o método e tempo de obtenção do indicador.

951 Crampton & Maynard, (1983) relataram a lignina como um componente da parede
952 celular dos vegetais, normalmente considerada indigestível pelos animais e essa capacidade
953 de “indigestibilidade” a tem classificado como útil na estimativa da digestão da fibra (Jung &
954 Vogel, 1986). Van Soest. (1994) ao avaliar LDAi como indicador interno para estimativa da
955 produção fecal, relatou que este é um indicador confiável em situações com alto conteúdo de
956 lignina, especialmente acima de 5% na matéria seca do alimento, fato ocorrido neste trabalho
957 (Tabela 1).

958 Berchielli et al. (2000) trabalhando com bovinos testaram indicadores internos e dias
959 de incubação e chegaram a conclusão que a lignina quando incubada por 144 h pode
960 reproduzir realmente a fração indigestível de um alimento, podendo ser considerado um bom
961 indicador interno.

962 Considerando o fato de que experimentos onde se realizam coleta total de fezes são
963 trabalhosos e que para o cálculo de digestibilidade são utilizados dados de consumo e

964 produção fecal. Os resultados demonstram que não se faz necessário à utilização de cinco (5)
965 dias de coleta de amostras de alimento oferecido, sobras e fezes (Tabela 4).

966 Os demais indicadores internos (MSi, FDNi e FDAi) se mostraram estimadores
967 inadequados, superestimando a produção de matéria seca fecal quando comparada à
968 observada. Fato também verificado em estudos realizados por Zeoula et al., (2000); Ítavo et
969 al., (2002a); Barros et al., (2007); e Silva et al., (2009). Esta incompleta recuperação do
970 indicador pode estar relacionada à digestão e/ou absorção parcial à modificação físico-
971 química ao longo do trato digestivo do ruminante (Kozloski et al., 2009).

972 No que diz respeito aos resultados de produção de matéria seca fecal estimada pelos
973 indicadores externos, os resultados encontram-se na Tabela 5, onde as concentrações de
974 Óxido crômico e Dióxido de titânio estimaram produção fecal média de 377, 97 e 366, 26
975 g/dia, respectivamente, o que não diferiu estatisticamente da média observada 367,44 g/dia
976 ($P > 0,05$).

977
978 Tabela 5. Produção de matéria seca fecal observada e estimada por indicadores externos
979 Óxido crômico (Cr_2O_3) e Dióxido de titânio (TiO_2) em função do método de coleta
980 (Total e Retal) em dois períodos de coleta (5 e 3 dias).

| | Método de coleta | | Período de coleta | | EPM | P ₁ | P ₂ | P ₃ |
|-------------------------|------------------|---------|-------------------|--------|-------|----------------|----------------|----------------|
| | Total | Retal | 5 dias | 3 dias | | | | |
| Observado | 367,44 | 367,44* | 366,08 | 368,80 | 1,354 | 0,753 | 0,920 | 0,920 |
| Cr_2O_3 | 387,15 | 368,79 | 376,47 | 379,47 | 0,988 | 0,150 | 0,812 | 0,181 |
| TiO_2 | 359,03 | 373,50 | 386,11 | 346,42 | 1,643 | 0,491 | 0,063 | 0,861 |
| EPM | 0,830 | 0,904 | 0,927 | 0,795 | | | | |
| P ₄ | 0,202 | 0,763 | 0,345 | 0,100 | | | | |

981 ¹ Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma coluna, diferem entre si pelo teste *Dunnnett* ($P < 0,05$)

982 ² Médias seguidas por letras minúsculas distintas na mesma linha, diferem entre si pelo teste *t* ($P < 0,05$)

983 * Foi utilizada a média da coleta total observada para fins de comparação

984 P₁ = Efeito do método de coleta de fezes (Total x Retal)

985 P₂ = Efeito do período de coleta de fezes (5 dias x 3 dias)

986 P₃ = Efeito da interação método x período de coleta de fezes

987 P₄ = Efeito do indicador x coleta total de fezes (observado x estimado)

988

989 Então pode-se inferir que tanto o Óxido crômico como o Dióxido de titânio podem ser
990 utilizados como estimadores da produção fecal em ovinos com período de coleta de 3 dias e
991 metodologia de coleta retal (Tabela 5), tornando mais efetivos experimentos dessa relevância.

992 Também Maeda et al. (2011) trabalhando com bovinos e bubalinos relataram o cromo como
 993 apto estimador da produção fecal e o mesmo ocorreu com Ferreira et al. (2009b) que
 994 avaliando cromo e titânio em novilhas, também notaram que estes expressaram valores
 995 similares à coleta total de fezes.

996 Na estimativa de consumo de matéria seca por ovinos (Tabela 6), a média observada
 997 foi de 890,12 g/dia e não diferiu entre os períodos de coleta, 5 e 3 dias ($P>0,05$)

998
 999 Tabela 6. Consumo de matéria seca observado e estimado por indicadores internos (MSi,
 1000 FDNi, FDAi, LDAi) em função do método de coleta (Total e Retal) em dois
 1001 períodos de coleta (5 e 3 dias).

| | Método de coleta | | Período de coleta | | EPM | P ₁ | P ₂ | P ₃ |
|----------------|------------------|-----------|-------------------|------------|-------|----------------|----------------|----------------|
| | Total | Retal | 5 dias | 3 dias | | | | |
| Observado | 890,12 A | 890,12 *A | 891,85 A | 888,39 A | 3,064 | 0,778 | 0,778 | 0,778 |
| MSi | 1100,43 B | 1096,93 B | 1149,70 B | 1047,66 A | 6,008 | 0,888 | 0,188 | 0,419 |
| FDNi | 1286,59 B | 1272,94 B | 1217,13 B | 1342,41 B | 5,409 | 0,842 | 0,075 | 0,448 |
| FDAi | 1246,43 B | 1165,14 B | 1093,82 Bb | 1317,76 Ba | 5,791 | 0,275 | 0,003 | 0,233 |
| LDAi | 999,82 A | 987,73 A | 861,10 Ab | 1126,45 Ba | 4,353 | 0,827 | 0,001 | 0,594 |
| EPM | 2,134 | 1,963 | 1,396 | 2,313 | | | | |
| P ₄ | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | | | | |

1002 ¹ Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma coluna, diferem entre si pelo teste *Dunnnett* ($P<0,05$)

1003 ² Médias seguidas por letras minúsculas distintas na mesma linha, diferem entre si pelo teste *t* ($P<0,05$)

1004 * Foi utilizada a média da coleta total observada para fins de comparação

1005 P₁ = Efeito do método de coleta de fezes (Total x Retal)

1006 P₂ = Efeito do período de coleta de fezes (5 dias x 3 dias)

1007 P₃ = Efeito da interação método x período de coleta de fezes

1008 P₄ = Efeito do indicador x coleta total de fezes (observado x estimado)

1009

1010 Os indicadores têm sido utilizados como ferramenta experimental há muitos anos e um
 1011 amplo número de substâncias tem sido avaliado (Zeoula et al., 2002). Porém Moore &
 1012 Sollenberger et al., (1997) relataram que a lignina é o indicador tradicional para estimativas
 1013 de consumo de forragem. O que corrobora com os resultados apresentados pela lignina em
 1014 detergente ácido (LDAi) obtida em ambos os métodos (Total e Retal) coletada por 5 dias
 1015 (861,10 g/dia), se mostrando capaz de estimar corretamente o consumo de matéria seca por
 1016 ovinos (Tabela 6).

1017 A matéria seca indigestível (MSi) também se mostrou apta, com média de 1047,66
 1018 g/dia, porém Kosloski et al. (2009) ressaltaram que ela pode ser utilizada como indicador

1019 entretanto, é pouco precisa para detectar pequenas diferenças na digestibilidade de alimentos
1020 impostas pelos tratamentos em um experimento.

1021 Salman et al. (2010) constataram que os indicadores internos apresentam como
1022 principal vantagem, sua ocorrência natural nos alimentos o que evita variações acentuadas na
1023 excreção fecal, como no caso dos indicadores externos. Levando em consideração essa
1024 informação a Tabela 7, apresenta dados de consumo de matéria seca estimados por
1025 indicadores externos.

1026
1027 Tabela 7. Consumo de matéria seca observada e estimado por indicadores externos Óxido
1028 crômico (Cr_2O_3) e Dióxido de titânio (TiO_2) em função do método de coleta (Total
1029 e Retal) em dois períodos de coleta (5 e 3 dias).

| | Método de coleta | | Período de coleta | | EPM | P ₁ | P ₂ | P ₃ |
|-------------------------|------------------|---------|-------------------|-----------|--------|----------------|----------------|----------------|
| | Total | Retal | 5 dias | 3 dias | | | | |
| Observado | 890,12 | 890,12* | 891,85 | 888,39 | 3,064 | 0,778 | 0,778 | 0,778 |
| Cr_2O_3 | 1008,77 | 951,29 | 933,74 b | 1026,32 a | 3,301 | 0,177 | 0,032 | 0,093 |
| TiO_2 | 997,94 | 1290,76 | 1058,59 | 1230,12 | 17,095 | 0,184 | 0,433 | 0,180 |
| EPM | 2,241 | 8,886 | 3,675 | 9,015 | | | | |
| P ₄ | 0,218 | 0,058 | 0,067 | 0,168 | | | | |

1030 ¹ Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma coluna, diferem entre si pelo teste *Dunnnett* (P<0,05)

1031 ² Médias seguidas por letras minúsculas distintas na mesma linha, diferem entre si pelo teste *t* (P<0,05)

1032 * Foi utilizada a média da coleta total observada para fins de comparação

1033 P₁ = Efeito do método de coleta de fezes (Total x Retal)

1034 P₂ = Efeito do período de coleta de fezes (5 dias x 3 dias)

1035 P₃ = Efeito da interação método x período de coleta de fezes

1036 P₄ = Efeito do indicador x coleta total de fezes (observado x estimado)

1037

1038 Porém, neste experimento os indicadores externos foram capazes de estimar tanto a
1039 produção fecal como o consumo de MS (Tabela 7). Onde não houve diferença estatística
1040 (P>0,05) entre método de coleta e indicador externo, quando comparado ao consumo de
1041 matéria seca observado, entretanto ao analisar o período de coleta nota-se diferença (P<0,05)
1042 entre a coleta por 5 e 3 dias para o Óxido crômico. Podendo inferir que tanto o Óxido crômico
1043 como Dióxido de titânio são adequados para a estimativa de consumo de forragem, no entanto
1044 o a estimativa obtida a partir do Óxido crômico necessita a utilização de 5 dias de coleta de
1045 fezes. Ferreira et al. (2009a) trabalhando com vacas lactantes, realizaram coleta de fezes total
1046 e retal por 5 dias, utilizaram cromo e titânio como indicadores externos e concluíram que

1047 independente do método de estimativa da produção de matéria seca fecal, os mesmos podem
1048 ser utilizados para estimativas de consumo, um vez que a excreção fecal é inversamente
1049 proporcional à digestibilidade, mas diretamente relacionada à quantidade de alimento ingerido
1050 (Carvalho et al., 2007).

1051

1052 **CONCLUSÕES**

1053 A utilização de três dias de coleta retal de fezes foi suficiente para se obter respostas
1054 favoráveis de consumo de nutrientes, digestibilidade aparente e produção de matéria seca
1055 fecal. O que possibilita tornar esses experimentos menos trabalhosos.

1056 Quanto ao indicador interno a lignina em detergente ácido indigestível (LDAi) se
1057 mostrou apta em estimar a produção de matéria seca fecal e o consumo em ovinos com coleta
1058 por cinco dias em ambas as metodologias.

1059 No que concerne ao indicador externo, o Dióxido de titânio se mostrou capaz em
1060 estimar a produção de matéria seca fecal e consumo em ambas as metodologias e períodos de
1061 coleta. O Óxido crômico também se mostrou hábil nestas duas estimativas em ambas as
1062 metodologias, porém, ao avaliar o consumo há necessidade da utilização de cinco dias de
1063 coleta.

1064 Recomenda-se a utilização da LDAi coletada por cinco dias diretamente da ampola
1065 retal para estimativas de produção fecal e consumo. Assim como a utilização do Óxido
1066 crômico coletado por cinco dias em semelhante metodologia para as mesmas estimativas.

1067

1068 **REFERÊNCIAS**

1069 ALLEN, M.S. Relationship between forage quality and dairy cattle production. **Animal Feed**
1070 **Science and Technology**, v. 59, p. 51-60, 1996

1071 BARROS, E.E.L.; FONTES, C.A.A.; DETMANN, E.; VIEIRA, R.A.M.; HENRIQUE, L.T.;
1072 RIBEIRO, E.G. Avaliação do perfil nictemeral de excreção de indicadores internos e de óxido
1073 crômico em ensaios de digestão com ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6
1074 (supl.), p..2102-2108, 2007

- 1075 BERCHIELLI, T.T.; ANDRADE, P.; FURLAN, C.L. Avaliação de indicadores internos em
1076 ensaios de digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.830-833, 2000.
- 1077 BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. Nutrição de Ruminantes. Jaboticabal:
1078 Fenep, 2006. 583 p.
- 1079 BRITO, C.J.F.A.; RODELLA, R.A.; DESCHAMPS, F.C. Perfil química da parede celular e
1080 suas implicações na digestibilidade de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria humidicola*. **Revista**
1081 **Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6 (supl.2), p.1835-1844, 2003
- 1082 CANESIN, R.C.; FIORENTINI, G.; BERCHIELLI, T.T. Inovações e desafios na avaliação de
1083 alimentos na nutrição de ruminantes. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13,
1084 n.4, p.938-952, 2012.
- 1085 CARVALHO, P.C.F.; KOZLOSKI, G.V.; RIBEIRO FILHO, H.M.N.; REFFATTI, M.V.;
1086 GENRO, T.C.M.; EUCLIDES, V.P.B. Avanços metodológicos na determinação do consumo
1087 de ruminantes em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, Supl. esp., p.151-170,
1088 2007.
- 1089 CHAMBELA NETO, A.; FERNANDES, A.M.; DERESZ, F.; VIEIRA, R.A.M.; FONTES,
1090 C.A.A.; DEMINICIS, B.B.; BONAPARTE, T.P. Composição químico-bromatológica e
1091 digestibilidade de três gramíneas tropicais em Minas Gerais. **Archivos de Zootecnia**, v.57,
1092 n.219, p.357-360, 2008.
- 1093 CRAMPTON, E.W. & MAYNARD, L.A., 1983. The relation of cellulose and lignin content
1094 to nutritive value of animal feeds. *J. Nutr.* 15, 383-395.
- 1095 DETMANN, E.; SOUZA, A.L.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S.C.; CABRAL, L.S.;
1096 ZERVOUDAKIS, J.T. Avaliação do vício de “tempo longo” de indicadores internos em saio
1097 de digestão com ruminantes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**,
1098 v.59, n.1, p.182-188, 2007.
- 1099 DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.;
1100 BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E.O.S.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M.;
1101 AZEVEDO, J.A.G. **Métodos para análise de alimentos** / editores Edenio Detmann... [et al.
1102]. - Visconde do Rio Branco, MG : Suprema, 2012.
- 1103 EHLE, F.R.; BAS, F.; BARNO, B.; MARTIN, R.; LEONE, F. Particulate rumen turnover rate
1104 measurement as influenced by density of passage marker. **Journal of Dairy Science**, v.67,
1105 p.2910, 1984
- 1106 FERREIRA, M.A.F.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, L.F.C.; NASCIMENTO, F.B.;
1107 DETMANN, E.; VALADARES, R.F.D. Avaliação de indicadores em estudos com
1108 ruminantes: estimativa de consumo de concentrado e de silagem de milho por vacas em
1109 lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1574-1580, 2009a.
- 1110 FERREIRA, M.A.F.; VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; PAIXÃO, M.L.;
1111 PAULINO, M.F.; VALADARES, R.F.D. Avaliação de indicadores em estudos com
1112 ruminantes: digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1568-1573, 2009b.
- 1113 FONTES, C.A.A.; OLIVEIRA, R.C.; ERBESDOBLER, E.D.; QUEIROZ, D.S. Uso do abate
1114 comparativo na determinação da exigência de energia de manutenção de gado de corte
1115 pastejando capim-elefante: descrição da metodologia e dos resultados. **Revista Brasileira de**
1116 **Zootecnia**, v.34, n.5, p.1721-1729, 2005.
- 1117 ÍTAVO, L.C.V.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F.; VALADARES, R.F.D.;
1118 PAULINO, M.F.; ÍTAVO, C.C.B.F.; MORAES, E.H.B.K. Comparação de indicadores e

- 1119 metodologia de coleta para estimativas de produção fecal e fluxo de digesta em bovinos.
1120 **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, Suple. p.1833-1839, 2002a.
- 1121 ÍTAVO, L.C.V.; ÍTAVO, C.C.B.F. Nutrição de Ruminantes: Aspectos relacionados à
1122 digestibilidade e ao aproveitamento de nutrientes. Campo Grande: UCDB, 2005. 184 p.
- 1123 JUNG, H.G.; VOGEL, K.P. Influence of lignin on digestibility of forage cell wall material.
1124 **Journal of Animal Science**, v.62, p.1703-1712, 1986.
- 1125 KÖPPEN, W.; GEICER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928
- 1126 KOZLOSKI, G.V.; MESQUITA, F.R.; ALVES, T.P.; CASTAGNINO, D.S.; STEFANELLO,
1127 C.M.; SANCHEZ, L.M.B. Avaliação do uso de frações indigestíveis do alimento como
1128 indicadores internos de digestibilidade em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.38,
1129 n.9, p.1819-1832, 2009.
- 1130 MAEDA, E.M.; ZEOULA, L.M.; GOMES, H.C.C.; JACOBI, G.; SIMIONI, F.L.;
1131 OLIVEIRA, R.A. Avaliação de indicadores usados nos estudos de ingestão e digestibilidade
1132 em bovinos e bubalinos. **Archivos de Zootecnia**, v.60, n.229, p.123-134, 2011.
- 1133 MARANHÃO, C.M.A.; SILVA, C.C.F.; BONOMO, P.; PIRES, A.J.V. Produção e
1134 composição químico-bromatológica de duas cultivares de braquiária adubadas com nitrogênio
1135 e sua relação com o índice SPAD. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.31, n.2, p.117-122,
1136 2009.
- 1137 McDOUGALL, E.I. Studies on ruminant saliva. 1. The composition and output of sheep's
1138 saliva. **Biochemistry Journal**, Nashville, v.43, n.1, p.99-109, 1948.
- 1139 MILFORD, R.; MINSON, D.J. Intake of tropical pasture species. In: CONGRESSO
1140 INTERNACIONAL DE PASTAGEM, 9, 1965, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Secretaria de
1141 Agricultura, 1966. p.814-22.
- 1142 MOORE, J.E.; SOLLENBERGER, L.E. Techniques to predict pasture intake. In: Simpósio
1143 Internacional sobre Produção Animal em pastejo, 81. 1997, Viçosa. **Anais...** [Editado por]
1144 José Alberto Gomide. - Viçosa, MG, 1997.
- 1145 NOLLER, C.H.; NASCIMENTO JR., D.; QUEIROZ, D.S. Exigências nutricionais de
1146 animais em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 13., 1996,
1147 Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1997.
1148 p.319-352.
- 1149 OLIVEIRA, R.L.; BAGALDO, A.R.; LADEIRA, M.M.; BARBOSA, M.A.A.F.; OLIVEIRA,
1150 R.L.; JAEGER, S.M.P. Fontes de lipídeos na dieta de búfalas lactantes: consumo,
1151 digestibilidade e N-uréico plasmático. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.553-559,
1152 2009.
- 1153 OLIVEIRA, L.O.F.; SANTOS, S.A.; ABREU, U.G.P; CRISPIM, S.M.A.; NOGUEIRA, E.
1154 Uso de indicadores nos estudos de nutrição animal aplicados aos sistemas de produção a
1155 pasto. Embrapa Pantanal [recurso eletrônico] ISSN 1981-7233;120, 2012.
- 1156 PARIZ, C.M.; ANDREOTTI, M.; BERGASCHINE, A.F.; BUZETTI, S.; COSTA, N.R.;
1157 CAVALLINI, M.C. Produção, composição bromatológica e índice de clorofila de braquiárias
1158 após o consórcio com milho. **Archivos de Zootecnia**, v.60, n.232, p.1042-1052, 2011.
- 1159 PEREIRA, K.P.; VÉRAS, A.S.C.; FERREIRA, M.A.; BATISTA, A.M.V.; MARQUES,
1160 K.A.; FOTIUS, A.C.A. Balanço de nitrogênio e perdas endógenas em bovinos e bubalinos
1161 alimentados com níveis crescentes de concentrado. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**,
1162 v.29, n.4, p.433-440, 2007.

- 1163 PEREIRA, R.C.P.; RIBEIRO, K.G.; PEREIRA, O.P.; RIGUEIRA, J.P.S.; SILVA, J.L.;
1164 SANTOS, J.M. Composição químico-bromatológica em cultivares de *Brachiaria*. In: IX
1165 SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, 2008, Brasília. **Anais**. Distrito Federal, 2008.
- 1166 QUEIROZ, M.F.S; BERCHIELLI, T.T; MORAIS, J.A.S.; MESSANA, J.D.; MALHEIROS,
1167 E.B.; RUGGIERI, A.C. Digestibilidade e parâmetros ruminais de bovinos consumindo
1168 *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Archivos de Zootecnia**, v.60, n.232, p.997-1008, 2011.
- 1169 SALMAN, A.K.D.; FERREIRA, A.C.D.; SOARES, J.P.G.; SOUZA, J.P. Metodologias para
1170 avaliação de alimentos para ruminantes domésticos. Doc 136, ISSN 0103-9865, 2010.
- 1171 SANTOS, E.D.G.; PAULINO, M.F.;QUEIROZ, D.S.; VALADARES FILHO, S.C.;
1172 FONSECA, D.M.; LANA, R.P. Avaliação de pastagem diferida de *Brachiaria decumbens*
1173 Stapf: 1. Características químico-bromatológicas da farragem durante a seca. **Revista**
1174 **Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.203-213, 2004.
- 1175 SILVA, F.F; AGUIAR, M.S.M.A.; VELOSO, C.M.; PIRES, A.J.V.; BONOMO, P.;
1176 ALMEIDA, V.S.; SILVA, R.R.; CARVALHO, G.G.P.; MARQUES, J.A.; DIAS, A.M.;
1177 ÍTAVO, L.C.V. Produção fecal e digestibilidade estimada por indicadores internos
1178 comparados a coleta total. **Archivos de Zootecnia**, v.58, n.224, p.741-744, 2009.
- 1179 TITGEMEYER, E.C.; ARMENDARIZ, C.K.; BINDEL, D.J.; GREENWOOD, R.H.;
1180 LOEST, C.A. Evaluation of titanium dioxide as a digestibility marker for cattle. **Journal of**
1181 **Animal Science**, v.79, n.4, p.1059-1063, 2001.
- 1182 UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. Central de processamento de dados
1183 (UFV/CPD). **Manual de utilização do programa SAEG (Sistema para análises estatísticas**
1184 **e genéticas)**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 59p.
- 1185 VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. **Analysis of forages and fibrous foods**. Ithaca:
1186 Cornell University, 1985.
- 1187 VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. Ed. Ithaca: Cornell University
1188 Press, 1994.
- 1189 ZEOULA, L.M.; KASSIES, M.P.; FREGADOLLI, F.L.; PRADO, I.N.; BRANCO, A.F.;
1190 CALDAS NETO, S.F.; DALPONTE, A.O. Uso de indicadores na determinação da
1191 digestibilidade parcial e total em bovinos. **Acta Scientiarum**, v.22, n.3, p.771-777, 2000.
- 1192 ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N.; DIAN, P.H.M.; GERON, L.J.V.; CALDAS NETO, S.F.;
1193 MAEDA, E.M.; PERON, P.D.P.; MARQUES, J.A.; FALCÃO, A.J.S. Recuperação fecal de
1194 indicadores internos avaliados em ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4,
1195 p.1865-1874, 2002.
- 1196

CONSIDERAÇÕES FINAIS

1197

1198

1199

1200

1201

1202

1203

1204

1205

1206

1207

1208

1209

1210

1211

1212

1213

1214

1215

Este experimento foi realizado a fim de produzir respostas e conhecimento para ser empregado em condições de campo. O objetivo é continuar com a experimentação para se obter respostas a pasto. Quanto aos aspectos de métodos de coleta, períodos de coleta e indicador.

A utilização de três dias de coleta retal de fezes foi suficiente para se obter respostas favoráveis de consumo de nutrientes, digestibilidade aparente e produção de matéria seca fecal. O que possibilita tornar esses experimentos menos trabalhosos.

A lignina em detergente ácido indigestível (LDAi) se mostrou apta em estimar a produção de matéria seca fecal e o consumo em ovinos com coleta por cinco dias em ambas as metodologias.

O Dióxido de titânio se mostrou capaz em estimar a produção de matéria seca fecal e consumo em ambas as metodologias e períodos de coleta. O Óxido crômico também se mostrou hábil nestas duas estimativas em ambas as metodologias, porém, ao avaliar o consumo há necessidade da utilização de cinco dias de coleta.

Novas pesquisas poderiam abordar espécie doadora de líquido, método de incubação (*In situ* x *In vitro*) e tempo para obtenção do indicador indigestível (72, 144 e 288 horas de incubação)