

Digestibilidade estimada por indicadores internos comparados a coleta total

Farelo de algaroba, fibra indigestível, silagem de capim elefante.

Edileusa de Jesus dos Santos^{1*}

Mara Lúcia de Albuquerque Pereira¹

Paulo José Presídio Almeida¹

Gleidson Giordano Pinto de Carvalho²

Tarcízio Vilas Boas Santos Silva³

Alana Batista dos Santos¹

¹ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Faculdade de Zootecnia.
*E-mail: leuesb@yahoo.com.br.

² Universidade Federal da Bahia, Departamento de Produção Animal, Salvador, Bahia.

³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Campus Santa Inês.

RESUMO

Objetivou-se estimar a digestibilidade da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra de detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos totais (CT) e carboidratos não-fibrosos (CNF) por meio de indicadores internos fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), matéria seca indigestível (MSi) e compará-los com a coleta total. Utilizou-se oito ovinos não castrados alimentados com o farelo de algaroba (FA) (*Prosopis juliflora*) em substituição a silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) nos níveis de 0; 15; 30 e 45% da MS. Os resíduos indigestíveis (MSi e FDNi) foram determinados após 240 horas de incubação in situ enquanto que, para determinação dos teores de (FDAi) os alimentos, sobras e fezes foram incubados por 264 horas no rúmen de dois novilhos mestiços (¾ Holandês vs. ¼ Zebu), fistulados no rúmen. O indicador FDAi mostrou-se mais adequado para estimar a digestibilidade dos nutrientes em relação à FDNi e MSi, por se assemelhar ($P<0,05$) aos valores obtidos pelo método de coleta total de fezes.

Palavras-chave: farelo de algaroba, fibra indigestível, silagem de capim Elefante.



Nutri·Time

Revista Eletrônica

Vol. 12, Nº 06, nov/dez de 2015

ISSN: 1983-9006

www.nutritime.com.br

A Revista Eletrônica Nutritime é uma publicação bimensal da Nutritime Ltda. Com o objetivo de divulgar revisões de literatura, artigos técnicos e científicos e também resultados de pesquisa nas áreas de Ciência Animal, através do endereço eletrônico: <http://www.nutritime.com.br>.

DIGESTIBILITY ESTIMATED BY INTERNAL INDICATORS COMPARED TO TOTAL COLLECTION ABSTRACT

This study aimed to estimate the digestibility of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), total carbohydrates (TC) and non-fiber carbohydrates (NFC) through internal indicators indigestible acid detergent fiber (iADF), indigestible neutral detergent fiber (iNDF), indigestible dry matter (iDM) and compare them with the total collection. We used eight uncastrated sheep fed bran mesquite (BM) (*Prosopis juliflora*) replacing silage elephant grass (*Pennisetum purpureum*) at levels of 0; 15; 30 and 45% DM. Indigestible residues (iDM and iNDF) were determined after 240 hours of incubation while in situ, to determine the levels of (iADF) foods, leftovers and feces were incubated for 264 hours in the rumen of two crossbred steers (¾ Dutch vs. ¼ Zebu), rumen. The indicator iADF was more appropriate for estimating the digestibility of nutrients in relation to iNDF and iDM, to resemble ($P<0.05$) to the values obtained by the method of total collection.

Keywords: elephant grass silage, indigestible fiber, mesquite meal.

INTRODUÇÃO

O Nordeste brasileiro é uma região que enfrenta situações adversas de clima. Tais adversidades aliadas a escassez de alimento e a inadequação dos manejos alimentar e reprodutivo contribuem diretamente para que ocorra baixa produtividade animal. Para suprir essa escassez, tem se buscado alimentos que não venham competir com a alimentação humana, além de considerar fatores como a elevada disponibilidade durante todo o ano bem como a facilidade de aquisição na região. Apesar dos fatores adversos, a região vem se destacando na criação de pequenos ruminantes por possuir grande diversidade de forrageiras com elevado potencial de utilização. Esses alimentos, considerados alternativos devem possuir um valor nutritivo semelhante aos convencionais de maneira que possam substituir parcialmente os alimentos concentrados tais como o milho, o trigo e a soja, normalmente utilizados na alimentação humana e animal e sofrem variações de preço por conta da sazonalidade contribuindo para o aumento de custos. Partindo desse pressuposto, o farelo de algaroba vem se destacando por possuir características intermediárias entre alimentos concentrados e volumosos podendo contribuir para um acentuado crescimento do animal e um desempenho produtivo satisfatório como fonte energética em substituição ao milho. Segundo Freitas et al. (2002) a caracterização do valor nutritivo dos alimentos envolve consumo, digestibilidade e eficiência de utilização do alimento. Sendo a digestibilidade um parâmetro importante para essa avaliação; Contudo, a determinação desta por intermédio do método tradicional de coleta total de fezes requer controle rigoroso da ingestão e excreção, o que o torna trabalhoso e oneroso (BERCHIELLI et al, 2006). O que levou à idealização de outros métodos, nomeados de métodos indiretos, dos indicadores ou dos marcadores (SILVA, 2002).

Objetivou-se com este trabalho comparar os métodos indiretos de determinação da digestibilidade aparente total pelo uso de indicadores internos fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), matéria seca indigestível (MSi) com a coleta total de fezes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Unidade Experimental de Caprinos e Ovinos da Universidade Estadual

do Sudoeste da Bahia, Campus Juvino Oliveira em Itapetinga - Bahia. Foram utilizados oito carneiros da raça Santa Inês, machos não castrados, adultos, com peso corporal de 32 ± 10 kg. Os animais foram alojados em gaiolas metabólicas de 1,0 x 0,8 m (0,80 m²) adaptadas para coleta total de fezes. Cada gaiola era dotada de comedouro, bebedouro e saleiro. Os animais foram distribuídos em dois quadrados latinos balanceados 4 x 4, com períodos experimentais de 15 dias de duração sendo, 10 dias para adaptação à dieta e 5 para coleta de dados. Os tratamentos constituíram da substituição parcial da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) por 0; 15; 30 e 45% de farelo de algaroba (FVA) (*Prosopis juliflora*). A composição química do farelo de algaroba e da silagem de capim-elefante está descrita na Tabela 1.

As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, às 7:30 e 16:00 h, *ad libitum* de modo a permitir de 5 a 10% de sobras. Os consumos diários foram determinados pela diferença entre a dieta total oferecida e as sobras, que foram coletadas e pesadas uma vez ao dia. Os alimentos oferecidos, sobras e fezes foram pesadas e amostras foram coletadas do 11° ao 15° dias, e acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas a -20 °C, para posteriores análises químicas seguin-

TABELA 1. Composição química do farelo de algaroba e da silagem de capim Elefante.

Nutrientes (% MS)	Alimentos	
	Farelo de algaroba	Silagem de capim Elefante
MS	88,90	30,14
MO	97,94	97,10
MM	2,05	2,54
PB1	12,01	6,47
FDN	31,34	77,70
FDA	27,51	70,96
LIG	5,30	12,12
CEL	24,38	59,50
HCEL	3,83	67,30
EE	1,16	2,81
CNF	58,99	13,83

MS: matéria seca, MO: matéria orgânica, MM: matéria mineral, PB: proteína bruta, FDN: fibra solúvel em detergente neutro, FDA: fibra solúvel em detergente ácido, LIG: lignina, CEL: celulose, HCEL: hemicelulose, EE: extra-to etéreo e CNF: carboidratos não-fibrosos.

do os procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002).

Para cada tratamento determinou-se a digestibilidade de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos totais (CT) e carboidratos não-fibrosos (CNF).

Para determinação da matéria seca indigestível (MSi), dos teores de fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) e da fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) e utilizou-se a técnica *in situ*, assim, amostras de alimentos, sobras e fezes foram incubados por 240 e 264 horas, respectivamente, no rúmen de dois novilhos mestiços (¾ Holandês vs. ¼ Zebu), fistulados, em duplicata, em sacos de tecido não-tecido (TNT - 100 g/m²), na quantidade de 20 mg MS/cm². Após o período de incubação os sacos foram removidos, lavados e as amostras foram pesadas para obtenção da MSi e os demais submetidos à análise de FDNi e FDAi segundo Casali et al. (2008).

Os procedimentos de comparação entre os métodos por coleta total de fezes e de cada indicador foram realizados de forma independente dos efeitos fixos de tratamento e quadrado latino, por intermédio do ajustamento de modelo de regressão linear simples dos valores preditos e observados, testando-se as estimativas dos parâmetros de regressão sob as seguintes hipóteses:

$$\begin{array}{ll} H_0: B_0 = 0 & H_0: B_1 = 1 \\ H_a: B_0 \neq 0 & H_a: B_1 \neq 1 \end{array}$$

Em caso de não-rejeição de ambas as hipóteses de nulidade, optou-se pela similaridade entre valores preditos e observados. Em situação contrária, nova equação de regressão foi traçada, suprimindo-se o parâmetro relativo ao intercepto (modelo reduzido), estimando-se o vício global das estimativas segundo Detmman et al. (2005):

$$B(\%) = (\hat{\beta} - 1) \times 100$$

Em que: B = vício global das estimativas (%); $\hat{\beta}$ = estimativa do coeficiente angular da equação ajusta-

da sem a consideração do parâmetro intercepto (modelo reduzido). As análises estatísticas foram realizadas por intermédio do PROC REG do programa SAS (2004), adotando-se nível de $\alpha = 0,05$ de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o indicador FDAi verificou-se não-rejeição ($P > 0,05$) de ambas as hipóteses de nulidade avaliadas para as digestibilidades aparente total da MS, EE, MO, PB e CT assim, o vício global não-significativo (Tabela 2).

Quanto a digestibilidade da FDN ocorreu rejeição ($P < 0,05$) das hipóteses de nulidade associadas ao intercepto, entretanto, não foi verificada significância daquelas associadas ao coeficiente de inclinação o que indica a presença de vício global de -26,88%. Os resultados para a digestibilidade do FDA e CNF nos quais ambas as hipóteses de nulidade foram rejeitadas ($P < 0,01$), indicam a presença de vícios em suas estimativas de -17,54 e -0,99%, respectivamente, indicando que ocorreu subestimação dessas variáveis (Tabela 2). Esses resultados podem ser atribuídos aos elevados coeficientes de variação para o indicador na estimação das digestibilidades.

Para os valores obtidos a partir da comparação entre os valores de digestibilidade da coleta total com os estimados pelo FDNi, (Tabela 3) nota-se que ocorreu a não-rejeição ($P > 0,05$) das hipóteses de nulidade para as digestibilidades de MS, EE, MO e CT.

Foi observado um vício global não-significativo, o que não foi verificado para as digestibilidades de FDN, FDA, PB e CNF notando-se rejeição da hipótese de nulidade ($P < 0,01$) com valores de vício global de +5,61% e +60,25% para FDA e PB e de -2,17% e -0,25% para FDN e CNF, respectivamente.

Véras et al. (2005) trabalhando com níveis crescentes de palma forrageira em substituição ao milho verificaram que FDNi foi eficiente em determinar a digestibilidade ao compararem como método de coleta total de fezes. O mesmo foi constatado por Barros et al. (2009) que encontraram menores vícios para o FDNi ao compararem os indicadores internos FDNi, FDAi e MSi e o indicador externo óxido crômico à coleta total de fezes.

TABELA 2. Estimativas de parâmetros de regressão e níveis descritivos de probabilidade (Valor-P) associados às hipóteses de nulidade para as relações entre digestibilidade dos nutrientes obtida a partir da coleta total (variável independente) e do indicador FDAi (variável dependente).

Item	Regressão Linear							
	C.total	FDAi	CV(%)	Intercepto		Coeficiente de Inclinação		Vício global ¹
				Estimativa	Valor-P ^a	Estimativa	Valor-P ^b	
MS ²	49,27	38,30	31,20	-11,02	0,5803	1,00	0,9986	*****
EE ²	54,00	46,24	17,24	-4,57	0,4853	0,94	0,6172	*****
FDN ²	35,79	27,38	17,31	13,98	0,0297	0,37	*****	-26,88%
FDA ²	35,45	31,98	32,13	22,24	0,0002	0,27	0,0001	-17,54%
MO ²	53,93	44,57	23,23	-11,90	0,4437	1,04	0,8686	*****
PB ²	47,27	39,97	23,51	-4,19	0,5705	0,93	0,6670	*****
CT ²	94,96	93,80	1,16	-78,64	0,0001	1,81	0,0001	*****
CNF ²	79,63	96,51	0,87	-81,95	0,0001	1,82	0,0001	-0,99%

^aH₀: $\beta_0 = 0$; H_a: $\beta_0 \neq 0$. ^bH₀: $\beta_1 = 1$; H_a: $\beta_1 \neq 1$. ¹ Em virtude da rejeição da hipótese associada ao coeficiente de inclinação para o DMS, DMO, DEE, DPB, DFDA, DFDN, DCT, DCNF o vício global foi estimado segundo a proposição de Detmman et al. (2005): $B(\%) = (\hat{\beta} - 1) \times 100$; ² g/100 g de MS

TABELA 3. Estimativas de parâmetros de regressão e níveis descritivos de probabilidade (Valor-P) associados às hipóteses de nulidade para as relações entre digestibilidade dos nutrientes obtida a partir da coleta total (variável independente) e do indicador FDNi (variável dependente).

Item	Regressão Linear							
	C.total	FDNi	CV(%)	Intercepto		Coeficiente de Inclinação		Vício global ¹
				Estimativa	Valor-P ^a	Estimativa	Valor-P ^b	
MS ²	49,27	46,66	15,38	16,43	0,1756	0,61	0,1162	*****
EE ²	54,00	52,65	13,55	1,76	0,7662	0,94	0,5907	*****
FDN ²	35,79	36,53	23,01	17,46	0,0016	0,53	*****	-2,17%
FDA ²	35,45	40,59	18,43	25,48	0,0001	0,42	0,0001	+5,61%
MO ²	53,93	52,03	12,71	12,15	0,2242	0,73	0,1588	*****
PB ²	47,27	79,01	5,10	63,29	0,0001	0,33	0,0001	+60,25%
CT ²	94,96	94,66	0,79	-40,17	0,0009	1,41	0,0009	*****
CNF ²	97,63	97,35	0,34	-16,57	0,0001	1,16	0,0001	-0,25%

^aH₀: $\beta_0 = 0$; H_a: $\beta_0 \neq 0$. ^bH₀: $\beta_1 = 1$; H_a: $\beta_1 \neq 1$. ¹ Em virtude da rejeição da hipótese associada ao coeficiente de inclinação para o DMS, DMO, DEE, DPB, DFDA, DFDN, DCT, DCNF o vício global foi estimado segundo a proposição de Detmman et al. (2005): $B(\%) = (\hat{\beta} - 1) \times 100$; ² g/100 g de MS

Em relação a digestibilidade estimada pela MSi comparada com a coleta total, não houve rejeição para os valores de MS, EE, MO e CT (Tabela 4).

Contudo, ocorreu rejeição para ($P < 0,01$) os valores de FDN, FDA surgindo assim um vício de +13,89% e +19,72%, respectivamente. Já para digestibilidade da PB os vícios foram de +9,86%, com superestimação dessa variável, que diferiram do valor encontrado para digestibilidade de CNF ($P < 0,01$) que ocorreu uma subestimação de -0,003%.

Diante do exposto observa-se que todos os indicadores foram eficientes na determinação da digestibilidade da MS, EE, MO e CT. Independente do indicador utilizado os vícios globais observados para o CNF foram extremamente reduzidos sendo de -0,99; -0,25 e de -0,003% para FDAi, FDNi e MSi, respectivamente. Contudo, o FDAi mostrou-se mais acurado na estimação da digestibilidade dos nutrientes seguido pelo FDNi e MSi indicando que os valores obtidos a partir do FDAi se aproximaram dos valores da coleta total de fezes.

Tabela 4. Estimativas de parâmetros de regressão e níveis descritivos de probabilidade (Valor-P) associados às hipóteses de nulidade para as relações entre digestibilidade dos nutrientes obtida a partir da coleta total (variável independente) e do indicador MSi (variável dependente).

Item	Regressão Linear							
	C.total	MSi	CV(%)	Intercepto		Coeficiente de Inclinação		Vício global ¹
				Estimativa	Valor-P ^a	Estimativa	Valor-P ^b	
MS ²	49,27	51,93	1,97	3,65	0,7241	0,98	0,9221	*****
EE ²	54,00	57,62	2,85	11,86	0,058	0,84	0,1700	*****
FDN ²	35,79	43,00	7,39	25,95	0,0001	0,47	*****	+13,89%
FDA ²	35,45	46,55	6,39	33,24	0,0001	0,37	0,0001	+19,72%
MO ²	53,93	56,74	0,48	11,75	0,1927	0,83	0,3158	*****
PB ²	47,27	53,19	4,07	24,31	0,0002	0,61	0,0029	+9,86%
CT ²	94,96	95,20	0,63	-10,20	0,2489	1,11	0,2380	*****
CNF ²	97,63	97,60	0,21	-4,85	0,0001	1,04	0,0001	-0,003%

^aH₀: $\beta_0 = 0$; H_a: $\beta_0 \neq 0$. ^bH₀: $\beta_1 = 1$; H_a: $\beta_1 \neq 1$. ¹Em virtude da rejeição da hipótese associada ao coeficiente de inclinação para o DMS, DMO, DEE, DPB, DFDA, DFDN, DCT, DCNF o vício global foi estimado segundo a proposição de Detmman et al. (2005): $B(\%) = (\hat{\beta} - 1) \times 100$; ² g/100 g de MS

Watanabe et al. (2010) afirmaram que resultados das análises laboratoriais para obtenção do resíduo em detergente ácido em dietas compostas por concentrados são menos variáveis devido à ausência da hemicelulose, isso, explica parte das divergências na estimativa dos coeficientes de digestibilidade, por ser este, provavelmente o componente responsável pelas variações encontradas nos diversos experimentos com indicadores internos que utilizam FDNi para os cálculos de digestibilidade aparente total.

Verificam-se que fatores inerentes aos alimentos refletem diretamente sobre o uso e escolha dos indicadores e que, além dos teores de carboidratos fibrosos, o tipo e o arranjo estrutural também interferem (CARVALHO & PIRES, 2008). Assim, quanto mais fibrosa for a dieta mais acurada é a estimativa da digestibilidade.

Portanto, Berchielli et al. (2005) afirmaram que o conhecimento da constituição fibrosa do alimento é importante, pois, pode afetar a taxa e extensão de degradação, necessitando assim, diferir ou não o tempo de incubação do alimento. Esses autores ainda citam como responsáveis pela grande variação entre os indicadores internos a seletividade da dieta pelos animais e perdas durante a incubação. Piaggio et al. (1991) e Rodrigues et al. (2010) que relacionaram as variações nas estimativas da digestibilidade a problemas na filtragem durante as análises e à variação no

processo de digestão, devido, por exemplo, a perdas de material pelos poros do saco de náilon.

Kozloski et al. (2009) afirmaram que o grau de recuperação fecal da MSi e da FDNi não foi completo e altamente variável entre os ensaios. Atribuíram a incompleta recuperação do indicador à digestão e/ou absorção parcial, à modificação físico-química ao longo do trato digestivo ou a deficiências dos procedimentos analíticos.

O resultado deste trabalho diferiu daquele encontrado por Silva et al. (2009) que adicionando bagaço de mandioca na silagem de capim-elefante, reportaram que o indicador FDAi superestimou a produção fecal e subestimou a digestibilidade de MS e de FDN e a FDNi subestimou a excreção fecal e superestimou a digestibilidade da MS e da FDN. Essas diferenças na determinação da digestibilidade com a utilização de indicadores internos devem-se à natureza da dieta utilizada uma vez que quanto mais fibrosa é a dieta maior a quantidade dos componentes indigestíveis o que reflete em melhor estimativa da digestibilidade.

Ferreira et al. (2009) avaliando indicadores internos em estudo com ruminantes afirmaram que FDNi quando se utiliza a cana-de-açúcar como volumoso, é o indicador que proporciona maior acurácia em estimar a digestibilidade, semelhante à coleta total de fezes. Já para dietas compostas por silagem de milho

como volumoso, o FDAi foi o que mostrou melhor resultado. Cabral et al. (2008) alimentando bovinos com dietas a base de silagens de milho, capim-elefante e feno de capim-Tifton 85 reportaram que FDNi gerou melhores estimações de digestibilidade aparente total da matéria seca.

Detmann et al. (2007), afirmaram ainda que o FDAi a concentração reduzida de FDAi em amostras de alimentos e fezes pode se constituir em um entrave para a utilização deste indicador, o que o torna mais sensível a erros sistemáticos decorrentes de falhas ou ausência de padronização dos métodos analíticos.

Detmann et al. (2001), estudaram os indicadores internos FDAi, FDNi e MSi, observaram que FDNi e MSi constituíram as melhores alternativas para a determinação indireta da digestibilidade da dieta e do consumo da matéria seca, enquanto os valores obtidos pela FDAi apresentaram comportamento variável em virtude do acúmulo de erro ocasionado pela análise sequencial. Esses resultados corroboram com diversos trabalhos reportados na literatura. Entretanto, difere dos resultados encontrados neste trabalho uma vez que, o FDAi mostrou-se mais acurado na estimativa da digestibilidade da maioria dos nutrientes, provavelmente porque as análises para a obtenção do resíduo de FDAi foi realizado de forma não sequencial, o que possibilitou estimativas mais exatas. O tempo de 264 horas de incubação para a obtenção do resíduo de FDAi, possivelmente também contribuiu para tais divergências pois, os resultados relatados na literatura, em sua maioria, são referentes a amostras incubadas por 144 horas, embora, sejam encontrados tempos de 72 horas o que segundo Berchielli et al. (2000) resulta em dados inconsistentes pela falta de padronização do tempo de incubação uma vez que, quanto maior o tempo de incubação, maior a reprodução real da digestibilidade no trato digestivo inferior.

CONCLUSÃO

O indicador FDAi obtido após 264 horas de incubação ruminal mostrou-se adequado na estimativa da digestibilidade da matéria seca, extrato etéreo, matéria orgânica, proteína bruta e carboidrato total sendo, semelhante aqueles obtidos pelo método de coleta total de fezes. O FDNi e a MSi estimaram adequadamente a digestibilidade da matéria seca, extrato

etéreo, matéria orgânica e carboidrato total e matéria seca, extrato etéreo, matéria orgânica e carboidrato total, respectivamente, ambos obtidos após 240 de incubação ruminal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, E. E. L.; FONTES, C. A. A.; DETMANN, E.; VIEIRA, R. A. M.; HENRIQUES, L. T.; FERNANDES, A. M. Vícios na estimativa da excreção fecal utilizando indicadores internos e óxido crômico em ensaios de digestão com ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.10, p.2015-2020, 2009.
- BERCHIELLI, T. T., ANDRADE, P.; FURLAN, C. L. Avaliação de indicadores internos em ensaios de digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.830-833, 2000.
- BERCHIELLI, T. T.; OLIVEIRA, T. T.; CARVALHO, E. N. V. M.; FEITOSA, J. V.; LOPES, A. D. Comparação de marcadores para estimativas de produção fecal e de fluxo de digesta em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.987-996, 2005.
- BERCHIELLI, T. T.; GARCIA, A. V.; OLIVEIRA, S. G. Principais técnicas de avaliação aplicadas em estudos de nutrição. In: BERCHIELLI, T. T.; PIREZ, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Eds.) **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 583p, 2006.
- CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J. T.; SOUZA, A. L.; VELOSO, R. G. Avaliação de indicadores na estimativa da excreção fecal e da digestibilidade em ruminantes. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.1, p.29-34, 2008.
- CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V. Organização dos tecidos de plantas forrageiras e suas implicações para os ruminantes. **Archivos de Zootecnia**, v.57, n.1, p.13-28, 2008.
- CASALLI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, J. C.; HENRIQUES, L. T.; FREITAS, S. G.; PAULINO, M. F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos in situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.
- DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; ZERVOUDAKIS, J. T.; VALADARES FILHO, S. C.; EUCLYDES, R. F.;

- LANA, R. P.; QUEIROZ, D. S. Cromo e indicadores internos na determinação do consumo de novilhos mestiços, suplementados, a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1600-1609, 2001.
- DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; ZERVOUDAKIS, J. T.; LANA, R. P.; LEÃO, M. I.; MELO, A. J. N. Simulação e validação de parâmetros da cinética digestiva em novilhos mestiços suplementados a pasto, por intermédio do sistema in vitro de produção de gases. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2112-2122, 2005.
- FERREIRA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; MARCONDES, M. I.; PAIXÃO, M. L.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D. Avaliação de indicadores em estudos com ruminantes: digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1568-1573, 2009.
- FREITAS, D.; BERCHIELLI, T. T.; SILVEIRA, R. N.; SOARES, J. P. G.; FERNANDES, J. J. R.; PIRES, A. V. Produção fecal e fluxo duodenal de matéria seca e matéria orgânica estimados por meio de indicadores. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1521-1530. (supl.), 2002.
- KOZLOSKI, G. V.; MESQUITA, F. R.; ALVES, T. P.; CASTAGNINO, D. S.; STEFANELLO, C. M.; SANCHEZ, L. M. B. Avaliação do uso de frações indigestíveis do alimento como indicadores internos de digestibilidade em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n.9, p.1819-1823, 2009.
- PIAGGIO, L. M.; PRATES, E. R.; PIRES, F. F.; OSPINA, H. Avaliação das cinzas insolúveis em ácido, fibra em detergente ácido indigestível e lignina em detergente ácido indigestível como indicadores internos da digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.20, n.2, p.306-312, 1991.
- RODRIGUES, P. H. M.; GOMES, R. C.; SIQUEIRA, R. F.; MAYER, P. M.; RODRIGUES, R. R. Acurácia, precisão e robustez das estimativas da digestibilidade aparente da matéria seca determinada com o uso de indicadores em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.5, p.1118-1126, 2010.
- Statistical Analysis System - SAS. SAS users guide: statistics. Cary: (CD-ROM), 2004.
- SILVA, F. F.; AGUIAR, M. S. M. A.; VELOSO, C. M.; PIRES, A. J. V.; BONOMO, P.; ALMEIDA, V. S.; SILVA, R. R.; CARVALHO, G. G. P.; MARQUES, J. A.; DIAS, A. M.; ÍTAVO, L. C. Produção fecal e digestibilidade estimada por indicadores internos comparados a coleta total. **Archivos de Zootecnia**, 58(224): 741-744, 2009.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 235p, 2002.
- VÉRAS, R. M. L.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C.; CARVALHO, F. F. R.; CALVACANTI, C. V. A.; SANTOS, G. R. A.; MENDONÇA, S. S.; SOARES, C. A.; SAMPAIO, C. B. Substituição do Milho por Farelo de Palma Forrageira em Dietas para Ovinos em Crescimento. Consumo e Digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.351-356, 2005.
- WATANABE, P. H.; EZEQUIEL, J. M. B.; GALATI, R. L.; BIAGIOLI, B.; SILVA, O. G. C. Indicadores internos indigestíveis para a estimativa das digestibilidades de dietas à base de co-produtos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.3, p.849-857, 2010.