

## AVALIAÇÃO DE INTERVALOS DE TEMPO PARA REGISTRO DO COMPORTAMENTO INGESTIVO DE BOVINOS CONFINADOS INDIVIDUALMENTE<sup>1</sup>

J. ALDRIGHI<sup>2</sup>, R. H. BRANCO<sup>2</sup>, J. N. S. G. CYRILLO<sup>2</sup>, E. MAGNANI<sup>2</sup>, C. F. NASCIMENTO<sup>2</sup>, M. E. Z. MERCADANTE<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Recebido em 09/05/2018. Aprovado em 29/06/2018.

<sup>2</sup>Instituto de Zootecnia, Centro APTA Bovinos de Corte, Sertãozinho, SP, Brasil.

\*Autor correspondente: [mercadante@iz.sp.gov.br](mailto:mercadante@iz.sp.gov.br)

**RESUMO:** O objetivo desse trabalho foi comparar o intervalo de tempo de registro de cinco minutos com quatro intervalos de tempo (10, 15, 20 e 30 minutos), para avaliação dos comportamentos comendo, ruminando, em ócio, em pé, apresentados por bovinos confinados individualmente. Foram utilizados 62 machos Nelore desmamados, confinados durante 112 dias. O comportamento foi registrado a cada 28 dias, durante 24h, por observações diretas com rota de amostragem *scan* e intervalos de registro de 5 minutos, para o cálculo das seguintes características: tempo de alimentação, tempo de ruminação, tempo em ócio, tempo em pé e frequência de alimentação. Foram comparados os intervalos de registro por meio de variâncias, correlações e médias das características. Observou-se para as características, tendência de aumento da variância residual à medida que o intervalo de tempo entre dois registros aumentou, com exceção da frequência alimentar, em que foi observada tendência de diminuição da variância residual com o aumento do intervalo de registro. As médias ajustadas para as medidas de comportamento ingestivo obtidas nos intervalos de registro de 5, 10, 15, 20 e 30 minutos não diferiram significativamente ( $P>0,05$ ) entre si, com exceção de tempo de alimentação, que apresentou menor valor ( $P<0,05$ ) no intervalo de registro de 30 minutos em comparação ao intervalo de 5 minutos. Observou-se que até o intervalo de registro de 15 minutos, as correlações com o intervalo de registro de 5 minutos podem ser consideradas altas. Entretanto, acima de 15 minutos de intervalo de registro, a correlação com o intervalo de registro de 5 minutos cai abruptamente, deixando claro que intervalos de registros superiores a 15 minutos são inadequados para estimar as características de comportamento ingestivo de bovinos avaliadas.

**Palavras-chave:** bovinos de corte, frequência de alimentação, intervalo de registro, tempo de alimentação.

### EVALUATION OF RECORDING INTERVALS TO ESTIMATE THE INGESTIVE BEHAVIOR OF CATTLE HOUSED IN INDIVIDUAL PENS

**ABSTRACT:** The objective of this study was to compare five-minute recording intervals with four time intervals (10, 15, 20 and 30 minutes) for estimation of eating, ruminating, idling and standing time, as well as meal frequency, of cattle housed in individual pens. Sixty-two weaned Nelore males housed in individual pens for 112 days were used. Ingestive behavior was evaluated every 28 days for 24 h. Direct observations were made using *scan* sampling and instantaneous sampling at intervals of 5 minutes. The recording intervals were evaluated using error variance, correlations, and adjusted means. For all traits, the residual variance tended to increase with increasing recording interval, except for meal frequency whose residual variance decreased with increasing recording interval. The adjusted means for the ingestive behavior measurements obtained at intervals of 5, 10, 15, 20 and 30 minutes did not differ significantly ( $P>0.05$ ), except for meal frequency which was lower ( $P<0.05$ ) in the 30-minute recording interval. The correlations with the 5-minute recording interval were considered high up to the 15-minute interval. However, for longer recording intervals, the correlation with the 5-minute recording interval decreased abruptly, showing that recording intervals longer than 15 minutes are inadequate to estimate ingestive behavior traits of cattle.

**Key words:** beef cattle, meal duration, meal frequency, recording interval.

## INTRODUÇÃO

Para mensurar comportamento ingestivo podem ser usados alguns equipamentos automáticos como GrowSafe System® (Airdrie, Alberta, Canada) e Intergado (Contagem, Minas Gerais, Brasil), ou câmeras de vídeo. Entretanto, esses equipamentos são de alto custo, e não são aplicáveis a qualquer sistema de produção. Já as mensurações realizadas por observadores demandam muito tempo, mão de obra e trabalho para formar o banco de dados.

Visando definir protocolos mais práticos para a mensuração do comportamento ingestivo, alguns trabalhos avaliaram intervalos de tempo para registro do comportamento ingestivo dos animais. SILVA et al. (2004), avaliando comportamento ingestivo de novilhas leiteiras, não observaram diferenças significativas das características de comportamento obtidas em intervalos de registro de 5, 10, 15, 20, 25 e 30 minutos. CARVALHO et al. (2007) relataram que tempo de alimentação, ruminação e ócio em ovinos podem ser obtidos com observações em intervalos de até 30 minutos.

MENDES et al. (2011) avaliaram a acurácia de medidas de tempo e frequência de alimentação em diferentes intervalos de lapso (0,5; 1; 1,6; 2,5; 5 minutos) emitidas pelo sistema GrowSafe System® e compararam com observação contínua do comportamento, obtido por meio de câmeras de gravação. Os autores relataram que o tempo de alimentação não diferiu nos diferentes intervalos de lapso, entretanto, a frequência alimentar foi subestimada quando o lapso foi maior que 1,6 minutos, indicando que comportamentos de curta duração (eventos) devem ser avaliados em intervalos menores que o tempo gasto pelo animal na atividade.

O objetivo desse trabalho foi comparar o intervalo de tempo de registro de cinco minutos com quatro intervalos de tempo (10, 15, 20 e 30 minutos), para avaliação dos comportamentos comendo, ruminando, em ócio, em pé, apresentados por bovinos confinados individualmente.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Instituto de Zootecnia, no Centro de Pesquisas em Bovinos de Corte, Sertãozinho, SP, Brasil (21°10'S e 48°5'W).

Foram utilizados 62 machos da raça Nelore,

com peso e idade média de 261 ± 26,8 kg e 261 dias, respectivamente, alojados em baias individuais com área de 12 m<sup>2</sup>, pavimentadas com concreto, parcialmente cobertas para proporcionar iluminação e providas de cocho e bebedouro de alvenaria. O experimento foi conduzido durante 112 dias, que foram divididos em quatro períodos de 28 dias, sendo o primeiro período para adaptação dos animais às baias e à dieta e três períodos para coleta de dados. A dieta total (Tabela 1) foi oferecida diariamente em dois horários, às 8h00 e 15h00. O trabalho foi aprovado no Comitê de Ética em Uso Animal do Instituto de Zootecnia (CEUA-IZ) sob Parecer nº 213-15.

O comportamento ingestivo foi avaliado durante 24h a partir do primeiro período experimental, com uma avaliação a cada 28 dias, totalizando três avaliações. Foram mensuradas as categorias comportamentais: comendo,

**Tabela 1** - Composição e características nutricionais da dieta

Ingrediente (g/kg MS)	Dieta
Feno de <i>Urochloa spp.</i>	445
Milho moído	322
Farelo de algodão	214
Ureia	4,5
Sulfato de amônio	0,5
Sal mineral <sup>1</sup>	14
Relação volumoso: concentrado	45:55
Nutriente (% MS)	
Matéria seca (%)	93,4
Matéria orgânica (% MS)	96,3
Proténa Bruta (% MS)	11,3
FDN (% MS)	50
FDA (%)	31
Celulose (% MS)	23,9
Lignina (% MS)	6,18
Extracto etéreo (% MS)	2,84
EM Mcal/kg	2

<sup>1</sup>Composição por kg: 8% fósforo, 15% cálcio, 14,5% sódio, 1,2% enxofre, 1,1% níquel, 0,25% zinco, 0,16% cobre, 0,16% manganês, 0,0011% cobalto, 0,0023% iodo, 0,0027% selênio, e 0,08% flúor. FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; EM: energia metabolizável.

**Tabela 2** - Descrição das categorias de comportamento avaliados em novilhos Nelore em confinamento individual

Categoria	Descrição comportamental
Comer	Animal frente ao cocho, com a cabeça baixa ou não, mastigando após apreensão, ou mastigando com o focinho sujo de ração sem aparentar apreensão.
Ruminar	Animal mastigando, engolindo, regurgitando e remastigando com presença do bolo alimentar aparente no flanco da bochecha.
Ócio	Qualquer atividade não relacionada à alimentação e ruminação.
Em pé	Animal apoiado sobre as quatro patas, podendo estar em movimento ou não.
Deitado	Animal com as quatro patas flexionadas e com o abdômen inteiro ou parcialmente em contato com o piso.

ruminando, em ócio, em pé e deitado (Tabela 2). Observações diretas foram realizadas por oito observadores treinados (três horas diárias cada), usando rota de amostragem *scan* e intervalos de registros instantâneos de cinco minutos (MARTIN E BATENSON, 1993). Durante o período noturno houve iluminação artificial com adaptação prévia dos animais.

As variáveis expressas em minutos/dia foram obtidas pelo tempo total que o animal permaneceu em cada atividade: tempo de alimentação (TAL), tempo de ruminação (TR), tempo em ócio (TO) e tempo em pé (TP), considerando que o dia tem 1440 min. A frequência alimentar (FQ, visita/dia) foi determinada pela contagem das vezes que o animal visitou o cocho durante o período de 24h.

Os intervalos de registro estudados foram 5, 10, 15, 20 e 30 minutos. Os registros de cada intervalo foram obtidos a partir do registro inicial (minuto 0, primeira observação) excluindo-se registros para formar os intervalos 10, 15, 20 e 30. As análises das características de comportamento ingestivo foram feitas pelo procedimento MIXED (SAS, Inst., Inc., Cary, NC, USA). As variâncias residuais foram obtidas para cada característica em cada intervalo de registro utilizando o seguinte

modelo misto:  $y_{ijk} = \mu + p_i + A_j + b_1 + e_{ijk}$ , em que  $y_{ijk}$  é o valor observado para cada animal;  $\mu$  é a constante comum a todos os indivíduos,  $p_i$  é o efeito fixo de período ( $i=1, 2, 3$ ),  $A_j$  é o efeito aleatório de animal;  $b_1$  é o coeficiente de regressão linear da idade do animal na metade do período experimental,  $e_{ijk}$  é o erro aleatório associado a cada observação,  $e \sim N(0, \sigma^2)$ .

A mudança relativa da variância foi definida como a diferença em porcentagem entre a variância obtida considerando intervalo de tempo anterior e o intervalo posterior dividida pela variância do intervalo mais curto (5 minutos) (WANG et al., 2006):  $[\text{VarR} = ((\text{Var2} - \text{Var1}) \times 100) / \text{Var5min}]$ , em que: Var1 é a variância anterior; Var2 é a variância posterior e Var5min é a variância do intervalo de 5 minutos. VarR foi usada para avaliar as mudanças nas variâncias residuais com o aumento do intervalo de registro.

Para todas as características de comportamento ingestivo, foram estimadas correlações de Pearson e Spearman entre as medidas obtidas no intervalo de 5 minutos com as medidas obtidas nos demais intervalos de registro considerados. Também foram estimadas médias de quadrados mínimos das medidas das características para cada intervalo de registro, utilizando o modelo descrito acima, incluindo o efeito fixo de intervalo (5, 10, 15, 20 e 30).

## RESULTADOS

As variâncias residuais das medidas obtidas para cada característica em cada intervalo de registro e a mudança na variância entre dois intervalos subsequentes, relativa ao intervalo de 5 min, são mostradas na Tabela 3. As correlações de Pearson e Spearman entre as medidas obtidas no intervalo de 5 minutos com as medidas obtidas nos demais intervalos de registro também são mostradas na Tabela 3.

As médias ajustadas para as medidas de comportamento ingestivo obtidas nos intervalos de registro de 5, 10, 15, 20 e 30 min, não diferiram significativamente ( $P > 0,05$ ) entre si para as características tempo de ruminação, tempo em ócio e tempo em pé (Figura 1), mas tempo de alimentação apresentou menor valor ( $P < 0,05$ ) aos 30 minutos. As médias ajustadas para as medidas de frequência alimentar diminuíram significativamente ( $P < 0,05$ ) com

**Tabela 3** - Variância residual fenotípica, mudança relativa da variância e correlações de Pearson e Spearman das características de comportamento ingestivo nos intervalos de tempo de registro

Característica	Parâmetro	Intervalo de tempo de registro (min)				
		5	10	15	20	30
Tempo de alimentação	$\sigma_e^2$	687,55	929,92	1279,1	1678,86	2304,26
	$\sigma_e^2$ %		35,25	50,78	58,14	90,96
	Pearson	1	0,92*	0,81*	0,34*	0,2
	Spearman	1	0,91*	0,82*	0,31*	0,18
Tempo de ruminação	$\sigma_e^2$	2570,88	2868,58	3359,16	3804,87	4569,57
	$\sigma_e^2$ %		11,57	19,08	17,33	29,74
	Pearson	1	0,94*	0,88*	0,18	0,29*
	Spearman	1	0,95*	0,87*	0,23*	0,35*
Tempo em ócio	$\sigma_e^2$	3473,53	4086,37	4716,53	4734,11	6053,94
	$\sigma_e^2$ %		17,64	18,14	0,506	37,99
	Pearson	1	0,95*	0,87*	0,2	0,21
	Spearman	1	0,95*	0,86*	0,18	0,23
Tempo em pé	$\sigma_e^2$	5549,53	6872,75	6121,25	6710,11	7060,55
	$\sigma_e^2$ %		23,84	13,54	10,61	6,31
	Pearson	1	0,90*	0,79*	0,18	0,23
	Spearman	1	0,91*	0,76*	0,18	0,21
Frequência alimentar	$\sigma_e^2$	8,87	5,17	2,44	3,16	1,68
	$\sigma_e^2$ %		41,71	30,77	-8,11	16,68
	Pearson	1	0,49*	0,30*	0,24	0,06
	Spearman	1	0,48*	0,32*	0,30*	0,01

$\sigma_e^2$  : variância fenotípica residual;  $\sigma_e^2$  %: mudança relativa da variância; r: correlação entre a medida obtida no intervalo de tempo indicado com a medida obtida no intervalo de registro de 5 min. \*P<0,05.

o aumento do intervalo do tempo de registro (Figura 2).

### DISCUSSÃO

Observou-se, para todas as características, tendência de aumento da variância residual à medida que o intervalo de tempo entre dois registros aumentou, com exceção da frequência alimentar, em que foi observada tendência de diminuição da variância residual

com o aumento do intervalo de registro. Esses resultados indicam que quanto maior o intervalo de tempo de registro, maior é a fração da variância fenotípica total que não é explicada pelo modelo de análise, e maior o erro. O mesmo ocorreu para as variâncias relativas, em que a mudança da variância fenotípica residual entre dois tempos de registro, expressa em relação ao intervalo de

registro de cinco minutos, aumentou com o aumento do intervalo de registro das medidas de comportamento (Tabela 3).

WANG et al. (2006), testando períodos de teste ótimos para a obtenção de medidas acuradas de ganho de peso médio diário (GMD), consumo de matéria seca (CMS) e consumo alimentar residual (CAR), utilizaram variância fenotípica residual, mudança relativa da variância e correlações de Pearson e Spearman para verificar a estabilização dessas medidas nos períodos de 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84 e 91 dias. Corroborando os resultados desse trabalho, a mudança relativa da variância não foi um parâmetro eficiente para indicar a estabilização das medidas no decorrer do tempo, uma vez que ocorreram flutuações inconstantes.

As estimativas das correlações de Pearson entre o intervalo de cinco minutos e os intervalos de 10, 15, 20 e 30 minutos diminuíram conforme o aumento do intervalo de tempo (Tabela 3). Observa-se que até o intervalo de registro de 15 minutos, as correlações com o intervalo de registro de 5 minutos podem ser consideradas altas, mas que após 15 minutos a correlação cai abruptamente, deixando claro que intervalos de registros superiores a 15 minutos são inadequados para estimar as características de comportamento ingestivo de bovinos consideradas no presente estudo. WANG et al. (2006), correlacionando GMD, CMS, CAR e conversão alimentar entre cada período de teste e o maior período (91 dias), consideraram que as medidas foram acuradas quando os valores das correlações foram maiores ou iguais 0,90. Levando-se em conta o critério adotado por WANG et al. (2006), ou seja, considerando correlações altas quando  $r > 0,90$  entre o intervalo de registro testado e o menor intervalo de tempo de registro (5 min), as medidas de tempo de alimentação, tempo de ruminação, tempo em ócio e tempo em pé, realizadas usando intervalo de registro de 10 minutos, apresentaram boa acurácia. Do mesmo modo, as correlações entre a classificação dos animais (correlação de Spearman) considerando os tempos de registro foi alta até o tempo de registro de 15 minutos.

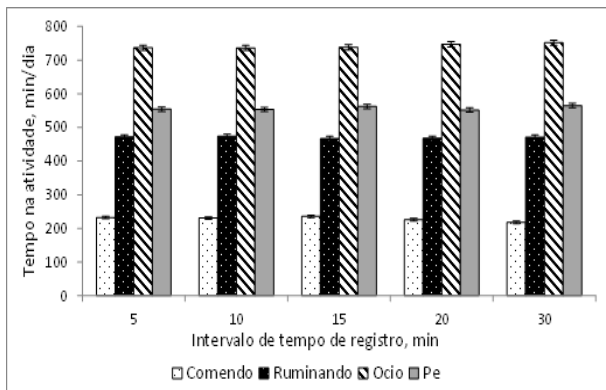
Portanto, embora as variâncias residuais tenham diminuído, mas não tenham se estabilizado, com a diminuição do intervalo

de registros, as medidas de comportamento ingestivo tomadas em intervalos de 10 minutos podem ser tão acuradas quanto as tomadas a cada cinco minutos, com exceção da frequência alimentar.

Diversos autores testaram intervalos de registro para avaliar características de comportamento ingestivo em ruminantes, similares às avaliadas no presente estudo. SILVA et al. (2004), avaliando o comportamento ingestivo de novilhas leiteiras cruzadas, não encontraram diferenças significativas das medidas de comportamento estimadas em intervalos de 5 até 30 minutos. Da mesma forma, CARVALHO et al. (2007), trabalhando com ovinos, mediram tempo de alimentação, ruminação e ócio, por 24 horas, em seis intervalos (5, 10, 15, 20, 25 e 30 minutos) e não observaram diferenças nas estimativas de duração dos comportamentos.

Outra forma de avaliação do comportamento ingestivo é por meio do registro contínuo das atividades durante 24 horas. GARY et al. (1970) observaram comportamentos de vacas da raça Charolesa em pastagem e concluíram que o tempo de pastejo, tempo deitado, tempo em ócio e tempo de ingestão de ração foram semelhantes entre observações contínuas (intervalo de 1 minuto) e observações em intervalo de registros de até 15 minutos. Do mesmo modo, SALLA et al. (1999), estudando tempo médio diário de ingestão, ruminação e descanso de vacas constataram que esse tipo de avaliação pode ser feita com intervalo de registro de 15 minutos, e que os resultados não diferiram estatisticamente dos encontrados pelo método contínuo de observação (intervalo de 1 minuto). MITLÖEHNER et al. (2001), avaliando o comportamento de bovinos por meio de câmeras de vídeo para comparar a duração dos comportamentos, quando registrados em intervalos de 1, 5, 10, 15, 30 e 60 minutos, mostraram que intervalos de 30 minutos geram medidas semelhantes às registradas continuamente para as categorias comendo, bebendo, deitado e em pé.

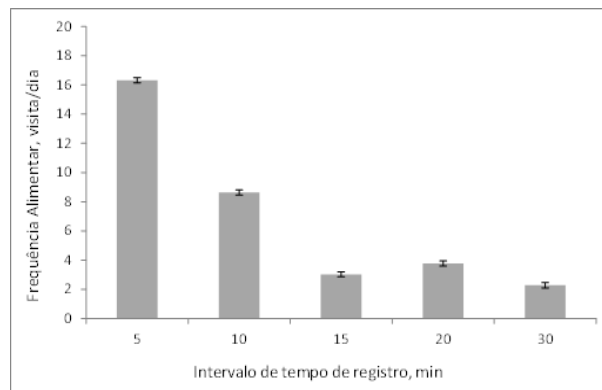
Os resultados descritos acima corroboram os do presente estudo no qual as médias das atividades comportamentais também não diferiram ( $P > 0,05$ ) entre os intervalos de registro (Figura 1). Entretanto, as médias estimadas da frequência alimentar diminuíram e diferiram



**Figura 1** - Médias ajustadas e respectivos erros-padrão das medidas de comportamento obtidas nos diferentes intervalos de tempo de registro.

significativamente ( $P < 0,05$ ) entre os intervalos de registro (Figura 2), indicando que para essa medida, intervalos maiores que cinco minutos podem subestimar o número de visitas ao cocho. MENDES et al. (2011), trabalhando com novilhas, utilizaram câmeras de vídeo para mensurar a duração e a frequência de alimentação por observação contínua e comparar com o tempo e frequência de alimentação detectados pelo sistema automático GrowSafe System®. Esses autores programaram seis diferentes intervalos (0,5; 1,0; 1,6; 2,5; e 5,0 minutos) de detecção do comportamento dos animais pelo sistema automático e relataram que intervalos maiores que 1,6 minutos não geram medidas acuradas da frequência de alimentação, entretanto, para a duração do comportamento comendo, todos os intervalos estudados estimaram medidas semelhantes com boa acurácia.

Comparado aos resultados do presente estudo (média de 16,32 visitas/dia para frequência de alimentação obtida no intervalo de registro de 5 minutos), as mensurações realizadas pelos sistemas automatizados são mais acuradas, pois esses sistemas possibilitam detectar frequência de alimentação em intervalos menores e, conseqüentemente, reduzem o número de ocorrências perdidas quando comparados às observações feitas por observadores em intervalos de registro. NKRUMAH et al. (2007) avaliaram comportamento ingestivo de novilhos das raças Angus e Charolês por meio do sistema de alimentação automático GrowSafe System® e observaram média de frequência de alimentação de 29,62 visitas/dia; MONTANHOLI et al. (2010) avaliaram novilhos cruzados Simental x



**Figura 2** - Médias ajustadas e respectivos erros padrão da frequência alimentar de bovinos nos diferentes intervalos de tempo de registro.

Angus alimentados no sistema Isentec BV®, e observaram média de 53 visitas/dia e KELLY et al. (2010), avaliando novilhas Limousin x Holandês pelo mesmo sistema de alimentação, observaram média de 45,4 visitas ao cocho/dia. Entretanto, GOMES et al. (2013) avaliaram frequência de alimentação de novilhos Nelore e observaram, em intervalos de registro de quinze minutos, média de 25,8 visitas/dia.

Portanto, o intervalo de tempo adotado para a avaliação do comportamento ingestivo deve ser baseado na expressão natural da característica em questão, pois as mensurações são dependentes da duração da expressão de cada categoria de comportamento.

### CONCLUSÃO

As estimativas de comportamento ingestivo referentes a tempo de alimentação, tempo de ruminação, tempo em ócio e tempo em pé em período de 24 horas, apresentados por bovinos confinados individualmente, registradas em intervalos de 10 minutos podem ser tão acuradas quanto às registradas a cada cinco minutos. Em intervalos de registro de 15 minutos, há pequena perda de acurácia comparativamente ao intervalo de 10 minutos.

Para avaliação da frequência alimentar há perda de informações em intervalos de registro maiores que 5 minutos.

### REFERÊNCIAS

CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; SILVA, R.R.; CARVALHO, B.M.A.; OLIVEIRA SILVA H.G.; CARVALHO L.M. Aspectos metodológicos do comportamento ingestivo de ovinos alimentados com capim-elefante

- amonizado e subprodutos agroindustriais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1105-1112, 2007. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982007000500017>
- GARY, L.A.; SHERRITT, G.W.; HALE, E.B. Behavior of Charolais cattle on pasture. **Journal of Dairy Science**, v.30, p.303-306, 1970. <https://doi.org/10.2527/jas1970.302203x>
- GOMES, R.C.; SAINZ, R.D.; LEME, P.R. Protein metabolism, feed energy partitioning, behavior patterns and plasma cortisol in Nellore steers with high and low residual feed intake. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, p. 44-50, 2013. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982013000100007>
- KELLY, A.K.; MCGEE, M.; CREWS JUNIOR, D.H.; FAHEY, A.G.; WYLIE, A.R.; KENNY, D.A. Effect of divergence in residual feed intake on feeding behavior, blood metabolic variables, and body composition traits in growing heifers. **Journal of Animal Science**, v. 88, p. 109-123, 2010. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-2196>
- MARTIN, P.; BATESON, P. **Measuring Behaviour**. Cambridge, U.K: Cambridge University Press, 1993. 187p.
- MENDES, E.D.M.; CARTENS, G.E.; TEDESCHI, W.E.; PINCHAK, W.E.; FRIEND, T.H. Validation of a system for monitoring feeding behavior in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 2904-2910, 2011. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3489>
- MITLÖEHNER, F.M.; MORROW-TESCH, J.L.; WILSON, S.C. DAILEY, J.W.; MCGLONE, J.J. Behavioral sampling techniques for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.79, p.1189-1193, 2001. <https://doi.org/10.2527/2001.7951189x>
- MONTANHOLI, Y.R.; SWASON, K.C.; PALME, R.; SCHENKEL, F.S.; MCBRIDE, B.W.; LU, D.; MILLER, S.P. Assessing feed efficiency in beef steers through feeding behavior, infrared thermography and glucocorticoids. **Animal Cambridge**, v.4, p.692-701, 2010. <https://doi.org/10.1017/s1751731109991522>
- NKRUMAH, J.D.; KEISLER, D.H.; CREWS, D.H.; BASARAB J.A.; WANG, Z.; LI, C; PRICE, M.A.; OKINE, E.K.; MOORE, S.S. Primary genome scan to identify putative QTL for feedlot growth rate, feed intake and feed efficiency of beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 85, p. 3170-3181, 2007. <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0234>
- SALLA, L.E.; MORENO, C.B.; FERREIRA, E.X.; FISCHER, V.; STUMPF, W.; SILVA, M.A. Avaliação do comportamento ingestivo de vacas Jersey em lactação: aspectos metodológicos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999.
- SILVA, R.R.; MAGALHÃES, A.F.; CARVALHO, G.G.P.; SILVA, F.F.; FRANCO, I.L.; NASCIMENTO, P.V.; BONOMO, P. Comportamento ingestivo de novilhas mestiças de holandês suplementadas em pastejo de Brachiaria. Aspectos metodológicos. **Revista Electronica de Veterinaria**, v.5, p.1-10, 2004.
- WANG Z.; NKRUMAH, J.D.; LI, J; BASARAB, J.A.; GOONEWARDENE, E.K.; OKINE, E.K.; CREWS JR., D.H.; MOORE, S.S. Test duration for growth, feed intake, and feed efficiency in beef cattle using the GrowSafe System. **Journal of Animal Science**, v.84, 2289-2298, 2006. <https://doi.org/10.2527/jas.2005-715>