

CAMILA ANDRESSA SILVA DE OLIVEIRA

**ESTIMATIVA DO CONSUMO DE VOLUMOSO EM BOVINOS PELO
FORNECIMENTO DE INDICADOR EM COCHO ELETRÔNICO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2017

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

O48e
2017

Oliveira, Camila Andressa Silva de, 1990-

Estimativa do consumo de volumoso em bovinos pelo fornecimento de indicador em cocho eletrônico / Camila Andressa Silva de Oliveira. – Viçosa, MG, 2017.

x, 19f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Luciana Navajas Rennó.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f.17-19.

1. Bovino - Alimentação e rações. 2. Nutrição animal.
3. Óxido de cromo. I. Universidade Federal de Viçosa.
Zootecnia. Programa de Pós-graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 22 ed. 636.0855

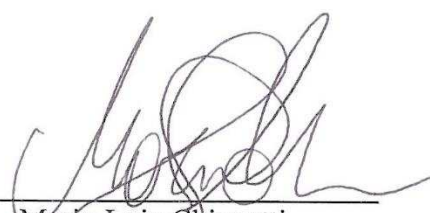
CAMILA ANDRESSA SILVA DE OLIVEIRA

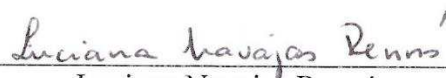
**ESTIMATIVA DO CONSUMO DE VOLUMOSO EM BOVINOS PELO
FORNECIMENTO DE INDICADOR EM COCHO ELETRÔNICO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 19 de julho de 2017.


Shirley Motta de Souza


Mario Luiz Chizzotti
(Coorientador)


Luciana Navajas Rennó
(Orientadora)

A Deus, confiança

Aos meus amados pais, vida

À minha irmã, companheirismo

Aos amigos, apoio

Dedico

AGRADECIMENTO

A Deus, que tanto amo, por ser a luz que me guia pelos caminhos da vida, sempre segurando minha mão, me erguendo dos tombos, que tanto me fazem crescer.

Aos meus queridos pais, Mariazita e Paulo Henrique e à minha irmã Ana Carolina, formadores de meu caráter pelo exemplo, educação, esforço, dedicação, apoio, carinho e amor. Aos meus avós Firmina, Geraldino, Guiomar e Mário Honório (*in memoriam*), tios e primos, por serem as bases da minha vida. Amo vocês!

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de pesquisa.

Aos Professores Doutores Luciana Navajas Rennó e Mario Luiz Chizzotti, pela oportunidade e orientação na pós-graduação.

À Doutora Shirley Motta de Souza, pela participação na banca de defesa e pelas sugestões enriquecedoras.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal Mário, Fernando e Monteiro pelos ensinamentos e colaboração nas análises laboratoriais e pelo convívio agradável.

Aos professores Leonardus Vergutz e Luiz Antonio Dias, bem como aos funcionários dos laboratórios de Solos Florestais e de Melhoramento de Oleaginosas, por ceder espaço e tempo, me recebendo com muita gentileza para realização de análises.

Aos Estagiários Queridos Juarez, Adailton, Rafael, Tainan, Wynn, Sabrina, Izabela, Micael, Luiza, Isabella e Cecilia pela grande ajuda ao longo do experimento e das análises laboratoriais, pelo apoio incondicional e pela amizade.

À equipe do Laboratório de Ciência da Carne pelo grande auxílio na condução do experimento. Em especial ao Mauricio Miguel pela orientação, pelas conversas, conhecimentos compartilhados, pela disposição irrestrita.

Às minhas amigas Mariane, Josiane, Ariana, Viviane e Daiana, por todos os momentos compartilhados, pela cumplicidade e apoio, pela amizade verdadeira que nem o tempo e a distância serão capazes de apagar.

Ao Mauricio, por ser grande companheiro. Por enxugar minhas lágrimas, estar sempre ao meu lado, me acalmar e incentivar, acreditando no meu potencial.

Enfim, a todos aqueles que não estão nominalmente citados, mas que sempre estiveram ao meu lado, me apoiando. Obrigada pelo carinho, força constante e por todos os momentos compartilhados!

Meu muito obrigada!

BIOGRAFIA

CAMILA ANDRESSA SILVA DE OLIVEIRA, filha de Paulo Henrique de Oliveira e Mariazita Silva de Oliveira, nasceu em Conselheiro Lafaiete – MG, em novembro de 1990.

Em 2009 ingressou no curso de Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal de Viçosa, colando grau em 30 de janeiro de 2015.

Em agosto de 2015 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa – MG, na área de Produção Animal, submetendo a defesa de dissertação em 19 de julho de 2017.

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. MATERIAL E MÉTODOS	2
Análises laboratoriais.	4
Cálculos.....	5
Análises Estatísticas.....	6
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	6
4. CONCLUSÃO.....	16
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17

RESUMO

OLIVEIRA, Camila Andressa Silva de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2017. **Estimativa do consumo de volumoso em bovinos pelo fornecimento de indicador em cocho eletrônico.** Orientadora: Luciana Navajas Rennó. Coorientador: Mario Luiz Chizzotti.

Este estudo propôs avaliar a acurácia e a precisão da estimativa de consumo de volumoso pelo fornecimento de indicadores em cocho eletrônico e coleta de fezes por quarenta e oito horas interrompidas ou em períodos de seis horas (0h às 6h; 6h às 12h; 12h às 18h e 18h às 0h). O consumo de volumoso foi mensurado por meio de cocho eletrônico em 11 vacas de descarte, não gestantes e não lactantes, com idade superior a 48 meses e peso vivo médio inicial de 414 ± 49 kg, divididas aleatoriamente em duas baias coletivas providas com dois cochos eletrônicos para volumoso, um cocho eletrônico para suplemento e um bebedouro. Foram conduzidos dois períodos experimentais, com duração de 21 dias cada, sendo 14 dias de monitoramento de consumo e sete dias de fornecimento do indicador externo óxido de cromo (Cr_2O_3) misturado ao suplemento. Em ambos os períodos todos os animais receberam silagem de cana de açúcar *ad libitum* e suplemento múltiplo de autorregulação de consumo formulado para obter um consumo em torno de 1 kg/animal/dia, contendo 10 g de óxido de cromo (Cr_2O_3) por kg de suplemento. Foram realizadas duas coletas totais de fezes, com duração de 48h ininterruptas, onde cada bolo fecal excretado foi recolhido diretamente do piso e individualmente amostrado e pesado, sendo registrada a quantidade excretada e o horário de defecação. O consumo de suplemento nos últimos três dias antes do término das coletas foi utilizado para determinar o consumo médio diário de suplemento, enquanto para o consumo médio diário de volumoso foram considerados os consumos de volumoso mensurados eletronicamente nos últimos cinco dias antes do término das coletas. A partir do consumo de suplemento, foi determinado o consumo de Cr_2O_3 /animal/dia a partir da concentração deste na formulação do suplemento. Foram analisados os teores de fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) nos alimentos e fezes e de Cr_2O_3 nas amostras de fezes. A matéria seca fecal foi estimada a partir da relação entre a concentração média de Cr_2O_3 nas fezes e o consumo médio de Cr_2O_3 de cada animal. A partir da matéria seca fecal excretada, determinou-se a excreção de FDNi total e, descontando a ingestão de FDNi por meio do suplemento, foi calculado o consumo de FDNi oriundo do volumoso. A partir da concentração de FDNi no volumoso, foi estimado o consumo de matéria seca de volumoso. O consumo de volumoso mensurado eletronicamente foi regredido no consumo estimado pelos indicadores, considerando a concentração média diária dos indicadores nas fezes por quarenta e oito horas

interruptas ou considerando a concentração média em períodos de seis horas de coleta de fezes. Foi observado que, independente do período de coleta de fezes, o consumo médio de volumoso mensurado não diferiu do consumo mensurado eletronicamente, entretanto a precisão das estimativas foi moderada ($R^2 < 0,40$). O período de coleta de fezes das 18h às 0h apresentou melhores estimativas para o consumo de volumoso em relação aos demais períodos avaliados. Conclui-se que o fornecimento de indicadores externos via suplemento fornecido *ad libitum* em cocho eletrônico pode ser utilizado para estimar o consumo de matéria seca de volumoso em bovinos, porém com moderada precisão.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Camila Andressa Silva de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2017. **Estimation of forage intake in cattle by the provision of markers offered in automatic feeding.** Adviser: Luciana Navajas Rennó. Co-adviser: Mario Luiz Chizzotti.

The aim of this study was to evaluate the accuracy and precision of the estimated intake by the provision of markers in electronic trough and total fecal collection for forty eight interrupted hours or in six hour (0:00 a.m. to 6:00 a.m.; 6:00 a.m. to 12:00 p.m.; 12:00 p.m. to 6:00 p.m. and 6:00 p.m. to 0:00 a.m.). Forage intake was measured electronically in 11 non-pregnant and non-lactating cull cows, aged over than 48 months-old and initial average body weight of 414 ± 49 kg, randomly divided into two collective stalls provided with two electronic trough for forage, one electronic trough for supplement and one water trough. Two experimental periods, with a duration of 21 days each, were conducted, with 14 days of monitoring of intake and 7 days providing markers. In both periods, all animals received sugar cane silage *ad libitum* and self-regulation intake supplement formulated to obtain a daily intake around 1 kg per animal, containing 10g of chromium oxide (Cr_2O_3) per kg of supplement. Total fecal collections were performed, during 48 hours, and fecal samples were collected directly from the floor and individually weighed and sampled, recording the time and amount excreted. The average supplement intake in the last three days before the end of the fecal collections was used to determine the daily intake of supplement, while for the daily intake of forage, there were used the forage intake recorded electronically in the last five days before the end of the fecal collections. From the intake of the supplement recorded by the electronic trough, the daily input of Cr_2O_3 per animal was determined from the supplement formulation. The content of indigestible neutral detergent fiber (iNDF) in feed and feces and the content of Cr_2O_3 on feces were analyzed. The fecal dry matter excretion was estimated from the relation between the average concentration of the Cr_2O_3 in the feces and the average intake of Cr_2O_3 of each animal. From the excreted fecal dry matter, the excretion of total iNDF was determined, and, by discounting the intake of iNDF via supplement, the intake of iNDF from forage was calculated. From the concentration of iNDF in the forage, the dry matter intake of forage was estimated. Electronically observed forage intake was regressed on the intake estimated by the markers considering the average concentration of markers in feces for forty-eight uninterrupted hours or in six hours periods of collection. It was observed that, regardless of the fecal collection period, the average intake of forage observed did not differ from the predicted intake, however the accuracy of the estimates was moderate ($R^2 < 0.40$).

The period of fecal collection from 6:00 p.m. to 0:00 a.m. presented better estimates for the forage intake than the other periods evaluated. It is concluded that the supply of external markers on supplement provided *ad libitum* in electronic trough could be used to estimate the dry matter intake of forage in cattle, but with moderate accuracy.

1. INTRODUÇÃO

A otimização da produção de bovinos em pastejo é de extrema importância para que se elevem os índices produtivos no Brasil. Diversas são as alternativas para se atingir tal objetivo e a suplementação múltipla parece ser uma das mais eficientes, uma vez que propicia um aporte de nutrientes adequado às carências múltiplas sofridas pelos animais em pastejo, principalmente na época seca do ano (PAULINO et al., 2003). Entretanto, para adequada suplementação, faz-se necessária a avaliação do valor nutritivo dos alimentos consumidos por ruminantes em condições de pastejo, o que tem sido um desafio para os nutricionistas (FERREIRA et al., 2009). A digestibilidade é um dos parâmetros importantes para esta avaliação, porém a determinação pela coleta total de fezes requer rigoroso controle da ingestão de nutrientes e excreção dos mesmos, o que torna esse método tradicional trabalhoso e oneroso (BERCHIELLI et al., 2000) e, no caso de bovinos em pastejo, inviável.

A mensuração do consumo de pasto é fundamental para a otimização da produção a pasto. A seleção utilizando índices de eficiência alimentar tais como eficiência alimentar bruta, taxa de conversão alimentar e consumo alimentar residual (CAR) (BERRY e CROWLEY, 2012; GOMES et al., 2012; SANTANA et al., 2014), possibilitam maiores avanços genéticos, uma vez que a seleção por CAR, por exemplo, seleciona animais com mesmo crescimento e menor consumo, portanto com maior eficiência alimentar, reduzindo o gasto com alimentação. E ainda minimiza o impacto ambiental reduzindo a produção de esterco e metano (NKRUMAH et al., 2006; GOMES et al., 2013), já que estimativas indicam que melhorando em 5% a conversão alimentar, o impacto econômico seria quatro vezes maior se comparado a um aumento em 5% no ganho de peso vivo (GIBB E McALLISTER, 1999). Entretanto para seleção por CAR em condições de pastejo, é preciso estimar o consumo de pasto já que não é possível a mensuração direta da ingestão de matéria seca.

Em experimentos realizados a pasto, para estimação do consumo de matéria seca, são realizados ensaios de digestibilidade com determinação através de coletas spot de fezes colhidas em diferentes horários, em dias alternados, utilizando conjuntamente indicadores externos como óxido de cromo (Cr_2O_3) e internos como fibra em detergente neutro (FDNi) para estimativas a respeito do consumo de forragem. E ainda um indicador externo como dióxido de titânio (TiO_2) para estimativa do consumo individual de suplemento (LOPES et al., 2017). Para tal, a metodologia atualmente utilizada requer aplicação do indicador externo por meio de cartucho de papel introduzido diretamente no esôfago dos animais, com o auxílio de uma sonda metálica durante nove dias, no mesmo horário (KOZLOSKI et al., 2006),

necessitando contenção diária dos animais, mão de obra qualificada e instalações adequadas, gerando estresse aos animais. Esses fatores serão refletidos na alteração do comportamento de pastejo, no consumo e, conseqüentemente, da excreção fecal (BURNS et al., 1994) que podem interferir negativamente nos resultados obtidos.

Alternativamente, o indicador poderia ser fornecido misturado a um suplemento e, utilizando um sistema eletrônico que mensure diretamente sua ingestão. O consumo de indicador pode ser mensurado a partir da formulação do suplemento. Neste contexto, o uso dos cochos eletrônicos a pasto, tanto em centros de pesquisa como em programas de melhoramento genético, tem sido uma eficiente ferramenta, pois possibilita uma coleta de dados de consumo individual de suplemento de forma acurada e consistente (BALDASSINNI et al., 2016), com baixo nível de estresse aos animais.

Em sistemas de criação de bovinos a pasto, o uso de cochos eletrônicos também possibilita a avaliação de efeito substitutivo a partir da coleta de dados de consumo individual, facilitando ajustes nas quantidades e formulações do suplemento visto que animais mantidos em pastos com elevada disponibilidade de MS e alto nível de suplementação energética tendem a substituir a ingestão de MS proveniente da pastagem pelo suplemento (CABRAL et al., 2008).

O uso de cocho eletrônico permite estimar o consumo de MS pela ingestão de indicadores sem a necessidade da contenção animal diária, facilitando o ensaio de estimativa de consumo de pasto; porém, devido ao comportamento ingestivo dos bovinos, a quantidade diária ingerida é variável, sendo necessário avaliar esta metodologia como potencial alternativa à dosagem de indicador por sonda esofágica. Neste sentido, este trabalho propôs avaliar a acurácia e a precisão da estimativa de consumo de volumoso pelo fornecimento de indicadores em cocho eletrônico, em relação ao consumo de volumoso mensurado eletronicamente.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos adotados nessa pesquisa foram aprovados previamente pela Comissão de Ética no Uso de Animais de Produção da Universidade Federal de Viçosa CEUAP/UFV, protocolo número 38/2017.

O experimento foi conduzido no Confinamento Experimental do Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

Foram utilizadas 11 vacas de descarte não-gestantes e não-lactantes no primeiro período experimental e 8 no segundo, todas com idade superior a 48 meses e peso vivo médio inicial de 414 ± 49 kg, provenientes do setor de Bovinocultura de Corte da mesma instituição. Brincos de identificação por radiofrequência (Allflex FDX) foram afixados as orelhas esquerdas de cada animal.

Os animais foram aleatoriamente distribuídos em duas baias coletivas semicobertas, com área de 300 m² de piso de concreto, providas com dois cochos eletrônicos para volumoso, um cocho eletrônico para suplemento e um bebedouro (Intergado®, Contagem, Brasil), todos com entradas individuais para o monitoramento do consumo de cada animal.

Após 20 dias de adaptação às novas instalações e à alimentação, foram conduzidos dois períodos experimentais, com duração de 21 dias cada. Nos primeiros 14 dias foi realizado o monitoramento do consumo de volumoso e suplemento para verificar a sua estabilidade em termos de quantidade ingerida por dia, e então nos últimos 7 dias de cada período, foi adicionado ao suplemento fornecido o indicador externo óxido de cromo (Cr₂O₃), sendo cinco dias cinco para estabilização da excreção do indicador externo nas fezes e dois dias para a coleta total de fezes.

Em ambos os períodos todos os animais receberam a mesma dieta composta por silagem de cana-de-açúcar *ad libitum* e suplemento múltiplo *ad libitum* formulado para autorregulação de consumo.

A escolha da silagem de cana como alimento volumoso ocorreu como forma de simular um volumoso de baixa qualidade como ocorre em grande parte dos pastos, principalmente na época seca do ano, já que seria inviável o fornecimento de capim diretamente no cocho pela possível variação na composição nutricional deste ao longo do período experimental, dificultando assim a padronização das condições experimentais. A silagem de cana utilizada continha 26,51% de Fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) no primeiro período experimental e 31,17% no segundo período experimental.

A composição percentual dos ingredientes do suplemento variou em relação às quantidades de sal e ureia no período de adaptação dos animais a fim de se aproximar de um consumo médio por animal de um kg/animal/dia. Posteriormente, essa composição foi utilizada durante os períodos experimentais. O suplemento foi composto de 53% de fubá de milho, 35% de farelo de soja, 5% de premix mineral, 2% de sal e 5% de ureia, na base da matéria natural, nos primeiros 14 dias dos períodos experimentais. Nos últimos sete dias de cada período experimental o indicador externo óxido de cromo (Cr₂O₃) foi adicionado à formulação do suplemento, ao nível de 1% em substituição parcial ao fubá de milho. Desta

forma, após a estabilização do consumo, foi possível administrar o indicador evitando a contenção diária dos animais e a aplicação por meio de cânulas ou sondas; permitindo um ensaio com baixo nível de estresse aos animais.

Foram realizadas coletas totais de fezes de todos os animais nas últimas 48 horas ininterruptas de cada período experimental. Cada bolo fecal excretado foi recolhido diretamente do piso e individualmente pesado e amostrado para posteriores análises, sendo registrada a quantidade excretada e o horário de defecação.

Durante as coletas de fezes foram amostrados diariamente os ingredientes do suplemento e volumoso oferecido, que, ao final do período de coleta, deram origem a amostras compostas relativas a cada período experimental.

Posteriormente, as amostras de fezes, silagem e ingredientes do suplemento foram pré-secas em estufa com circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas e moídas em moinho de facas tipo Willey (Tecnal TE-680) com crivos de malha de 2 mm para posteriores análises.

Os dados de consumo registrados pelos cochos eletrônicos de volumoso e suplemento foram registrados pelo software do sistema de monitoramento. Um brinco de uso do tratador foi testado semanalmente em todos os cochos e bebedouros para assegurar que todas as entradas dos animais estavam sendo registradas pelo sistema eletrônico. Diariamente foi pesada a quantidade de volumoso e suplemento fornecida, bem como a sobra respectiva de cada cocho eletrônico para fins de comparação do desaparecimento total de volumoso e suplemento observado e com o registrado pelo sistema eletrônico.

Análises laboratoriais

As análises de alimentos e fezes foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Viçosa de acordo com os procedimentos analíticos definidos pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal (INCT-CA; Detmann et al., 2012).

O teor de matéria seca definitiva (MS) foi avaliado secando as amostras por 16 horas a 105°C pelo método INCT-CA G-003/1, e as cinzas foram mensuradas após completa combustão em mufla a 600°C por 4 horas pelo método INCT-CA M-001/1.

A fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) foi utilizada como indicador interno e quantificada nas amostras de silagem, ingredientes e fezes por incubação *in situ* por 288 horas, utilizando o método INCT-CA F-009/1, com modificação do saco utilizado confeccionado utilizando tecido TNT (100 g/m²) nas dimensões 5,0 x 5,0 cm.

As análises de cromo nas amostras de fezes foram realizadas de acordo com o método e INCT-CA M-005/1, por digestão nitroperclórica e espectofotometria de absorção atômica.

Cálculos

O consumo médio diário de suplemento foi considerado como o consumo registrado pelos cochos eletrônicos nos últimos três dias do período experimental, para ser representativo à excreção de indicador externo nos últimos dois dias do período experimental. Já para o consumo médio diário de volumoso, foram considerados os consumos de volumoso mensurados nos últimos cinco dias antes do término das coletas, devido à menor taxa de passagem do indicador interno utilizado.

A partir do consumo médio diário de suplemento mensurado pelo cocho eletrônico nos últimos três dias de cada período de coleta, e da quantidade de óxido de cromo adicionado ao suplemento (10g Cr_2O_3 /Kg suplemento) e da concentração de cromo (Cr) no Cr_2O_3 (49,17% de Cr) foi calculado o consumo médio de cromo por animal/dia.

Após as análises de cromo e FDNi nas amostras provenientes de cada bolo fecal foi calculada a concentração de cromo média nas fezes considerando a concentração média nas 48 horas de coleta, ou a concentração média obtida nas amostras excretadas entre os horários: 0h às 6h; 6h às 12h; 12h às 18h e 18h às 0h de cada animal, de forma a avaliar a influência do momento da coleta de fezes sobre a estimativa do consumo de volumoso.

A produção de matéria seca fecal por animal foi calculada pela razão entre o consumo médio diário de cromo e a concentração média de cromo nas fezes nos períodos mencionados. A matéria seca fecal estimada e concentração média de FDNi no período respectivo foi utilizada para estimar a excreção diária total de FDNi, que subtraída da ingestão de FDNi via suplemento, possibilitou o cálculo da excreção FDNi oriunda do volumoso, que foi considerada idêntica ao consumo de FDNi proveniente do volumoso.

O consumo de matéria seca de volumoso estimado (CMSVE) por animal/dia foi calculado pelo produto da concentração de FDNi no volumoso e o consumo de FDNi estimado como proveniente do volumoso.

O consumo de matéria seca de volumoso observado (CMSVO) foi obtido pelo produto do teor de matéria seca do volumoso e o consumo de matéria natural mensurado eletronicamente no cocho de volumoso.

Análises Estatísticas

O consumo de volumoso mensurado eletronicamente (CMSVO) foi regredido no consumo de volumoso estimado (CMSVE) para avaliação do erro sistemático e do coeficiente de inclinação e de determinação para avaliação da acurácia e precisão das predições, adotando-se $\alpha=0,05$ como nível crítico de probabilidade de ocorrência do erro tipo 1, utilizando-se o procedimento REG do programa SAS 9.1.

Foram regredidas e avaliadas as estimativas de consumo considerando as concentrações fecais médias de indicadores em amostras de fezes coletadas por 48 horas ininterruptas; ou excretadas entre os horários de 0h às 6h; de 6h às 12h; 12h às 18h e de 18h às 0h, sendo obtida uma regressão para cada intervalo de tempo para comparação dos valores de R^2 (coeficiente de determinação), AIC (critério de informação de Akaike), BIC (critério bayesiano de informação) e QMEP (quadrado médio dos erros de predição) como parâmetros estatísticos para seleção do modelo de melhor ajuste aos valores observados.

Os valores de intercepto e de inclinação foram utilizados para avaliar a precisão das estimativas. Quanto mais aproximado de 0 foi o valor do intercepto e de 1 para inclinação, mais precisas foram as estimativas geradas pela regressão. Os valores de AIC, BIC e QMEP foram utilizados como indicadores para seleção do modelo que mais se ajusta aos dados, enquanto R^2 foi utilizado para indicar o quanto o modelo consegue explicar os valores observados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo médio diário de suplemento por animal foi de 0,96 kg de matéria natural (0,853 kg de MS), se aproximando ao consumo almejado de 1 kg/animal/dia. Porém houve grande variação no consumo entre os animais e de um mesmo animal em diferentes dias experimentais, variando de 0,312 a 1,36 kg MS (Tabela 1), o que implicou em uma grande variação na ingestão de cromo e FDNi durante o período experimental. A silagem de cana-de-açúcar apresentou teor de 26,51% e 31,17% de FDNi no primeiro e segundo períodos experimentais respectivamente. O suplemento múltiplo utilizado apresentou teor de 88,31% de MS e 1,63% de FDNi em ambos períodos experimentais.

Tabela 1- Consumo mensurado eletronicamente e porcentagem de indicadores nas fezes.

Variável	Média	Desvio	Mínimo	Máximo
Consumo de suplemento (kg de MS/animal/dia)	0,853	0,298	0,312	1,360
Consumo de volumoso (kg de MS/animal/dia)	5,039	0,958	2,968	6,459
Consumo de cromo (g/animal/dia)	4,195	1,467	1,534	6,687
Porcentagem de cromo nas fezes	0,149	0,047	0,053	0,333
Porcentagem de FDNi nas fezes	49,181	4,265	35,700	66,300

Foi observada moderada variação no consumo de suplemento entre animais e entre os dias considerados (Figura 1), conforme relatado por Carvalho e Moraes (2005), já que os ruminantes se adaptam às diversas condições de alimentação, manejo e ambiente, modificando seus parâmetros de comportamento ingestivo (MISSIO et al., 2010).

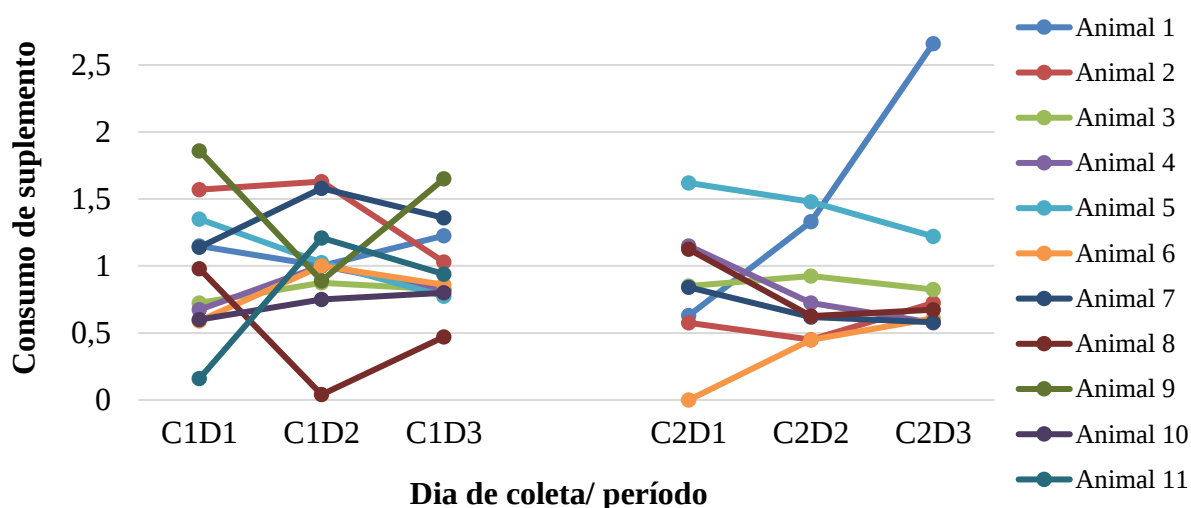


Figura 1- Consumo de suplemento (kg/ de matéria natural/animal/dia) mensurado eletronicamente em dois períodos de coleta (C1 e C2) durante os três dias considerados (D1, D2 e D3).

Sabendo-se que o consumo voluntário de MS pode ser influenciado por diversos fatores, e que todos os animais eram do mesmo sexo e foram mantidos nas mesmas condições ambientais, de manejo e de alimentação é possível que tais variações de consumo entre animais tenham ocorrido por diferenças de idade e composição corporal, já que haviam animais com idades de 4 a mais de 10 anos, e com peso corporal de 315 a 513 kg.

Ellis (1978) e Forbes (1995) relatam que as dietas à base de volumoso com elevada proporção de fibra influenciam o consumo pelas características peculiares do trato digestório dos ruminantes, com períodos longos de permanência do alimento e grande capacidade física de armazenamento do pré-estômago. Portanto, a diferença de idade e peso corporal refletida no tamanho e na capacidade de distensão ruminal, pode ter levado a limitação o consumo pelo enchimento do rúmen-retículo em proporções diferentes para cada animal, culminando na larga variação de consumo de MS.

Segundo Langlands et al. (1963) e Burns et al. (1994), quanto maior a interferência sobre o comportamento de pastejo do animal, como contenções para aplicação de indicador e coletas fecais, menor o consumo e, conseqüentemente, menor a excreção fecal. Assim, a possibilidade de redução nos dias de monitoramento de consumo e nos dias de coleta de fezes de 5 para 3 três dias como sugerido por Ítavo et al. (2002) e Pina et al. (2006) apresentaria um avanço na metodologia de estimação de consumo e digestibilidade, podendo gerar dados mais acurados a respeito do consumo real dos animais.

Tal resultado pode estar associado ao hábito alimentar dos animais à procura de alimento mais nutritivo, já que a silagem de cana era de alto nível de fibra indigestível (28,84% de FDNi).

A média geral do consumo estimado de matéria seca por animal foi de 4,97 kg MS/dia durante o primeiro período experimental, se aproximando bastante do consumo mensurado eletronicamente de 4,96 kg MS/dia. Já no segundo período experimental, foram estimados em média 4,52 kg MS/dia e mensurados 4,89 kg MS/dia.

A maior diferença entre os valores estimados e mensurados eletronicamente no segundo período em relação ao primeiro pode ter ocorrido pela diferença de qualidade entre o volumoso ofertado, já que durante o segundo período experimental a porcentagem de FDNi da silagem aumentou (26,51 vs. 31,17%) e a porcentagem de matéria seca diminuiu (0,31 vs. 0,27%) em relação ao primeiro período. Logo essa condição pode ter ocasionado em maior seletividade pelos animais, levando à diferenças em relação à composição do volumoso analisado em relação ao realmente ingerido.

A excreção de Cr durante o primeiro período experimental foi relativamente mais constante (Figura 3) que no segundo período. Este fato pode indicar maior estresse dos animais na segunda coleta de fezes em relação à primeira por aumento da seleção de da fração de volumoso de melhor qualidade.

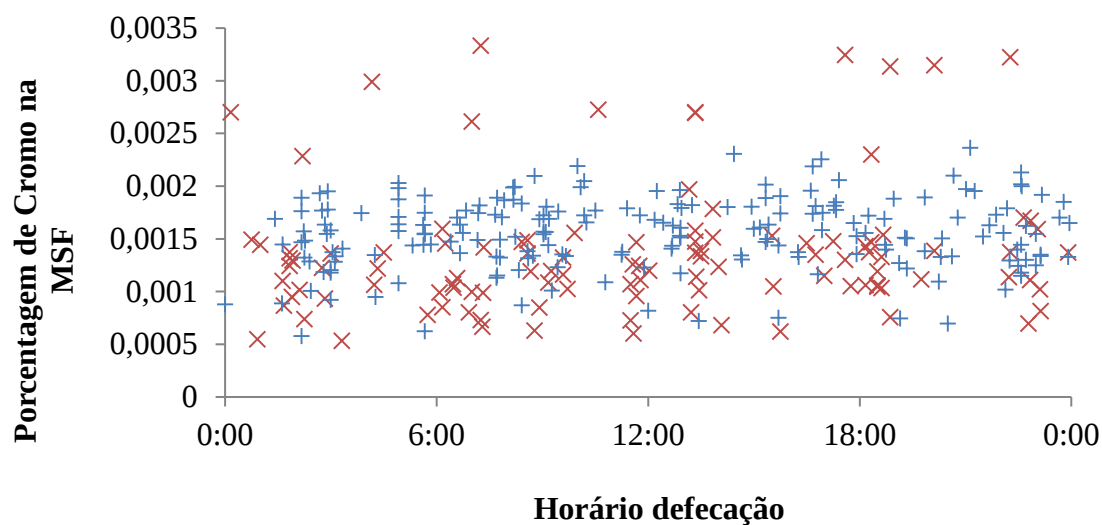


Figura 3- Excreção de óxido de cromo em porcentagem de matéria seca fecal (MSF) de acordo com o horário de defecação no primeiro (+) e segundo (x) período experimental.

Outro fator que pode ter levado à maior dispersão dos dados de excreção de cromo no segundo período em relação ao primeiro é pelo fato de que a maior porcentagem de FDNi e a menor porcentagem de MS na silagem fornecida durante o segundo período pode ter influenciado na taxa de passagem, pois segundo Bürger et al. (2000) quanto maior a proporção fibrosa indigestível do alimento, maior a permanência do alimento no pré-estômago, o que também pode influenciar na taxa de passagem e, consequentemente, na excreção do indicador interno.

Em relação à concentração de FDNi fecal, esta apresentou um comportamento estável ao longo do dia, sendo esta uma característica desejável para um bom indicador de consumo devido à constância na excreção permitir maior flexibilidade em relação ao horário de coleta de fezes. Tal característica foi demonstrada por Detmann et al. (2007) em trabalho sobre avaliação de indicadores internos, onde foi obtida recuperação completa de FDNi.

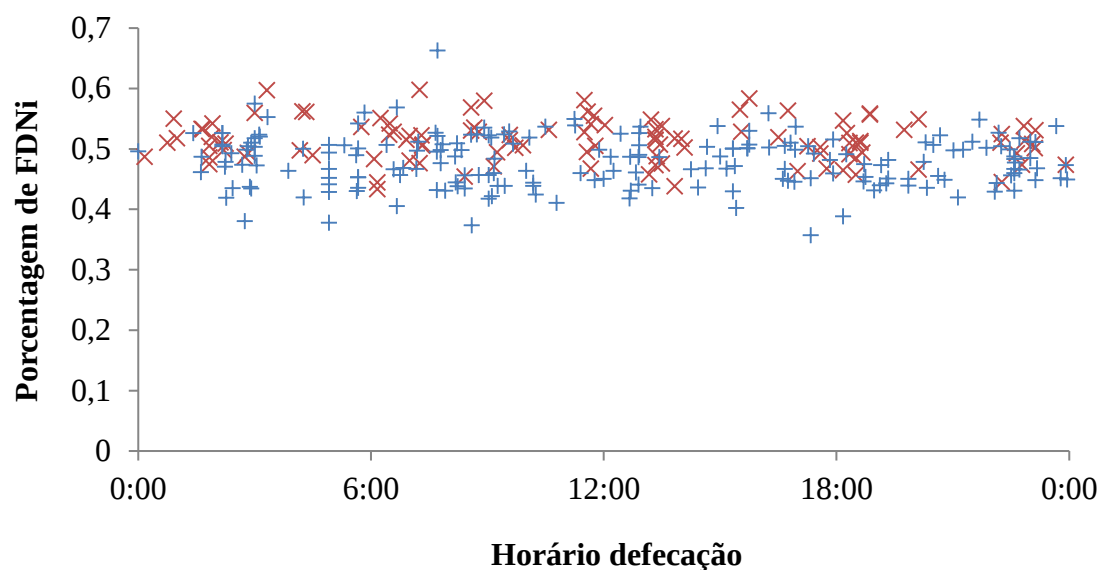


Figura 4- Teor de FDNi, em porcentagem da matéria seca fecal, de acordo com o horário do dia, no primeiro (+) e segundo (x) período experimental.

Barros et al. (2009), em trabalho avaliando vícios de estimação de excreção fecal, relatam que os indicadores internos subestimam a produção fecal, porém a FDNi é o indicador interno que apresenta menor vício de longo prazo e tempo total, proporcionando estimações mais exatas de consumo.

Apesar da estimativa de consumo médio diário de volumoso ter se aproximado do consumo mensurado eletronicamente, observou-se grande variação quando a estimativa foi obtida a partir da concentração de indicadores em cada bolo fecal excretado (Figura 5).

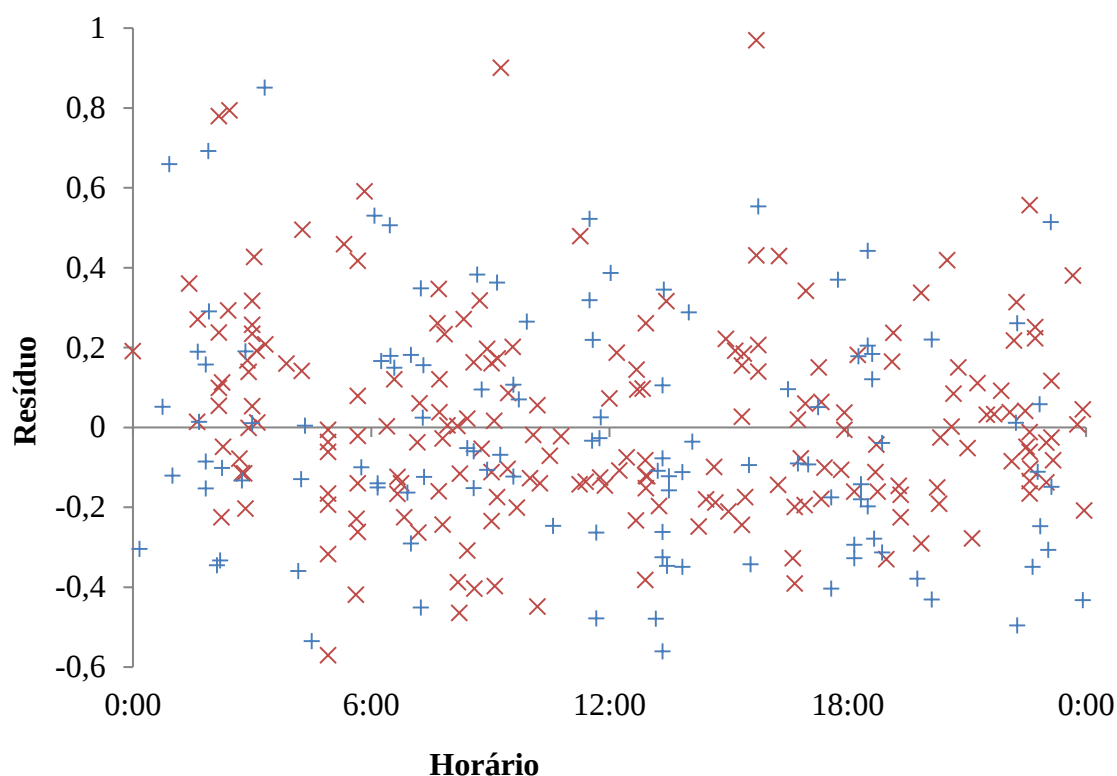


Figura 5- Resíduo, em porcentagem, entre consumo observado e consumo estimado no primeiro (+) e segundo (x) período experimental, estimado partir de cada bolo fecal excretado (amostra spot).

A partir dos dados expostos, podemos inferir que o emprego de uma única coleta spot de fezes pode acarretar uma estimativa de consumo pouco acurada em relação ao consumo real pelo fato de poder representar um ponto afastado do ponto médio, levando à indução de viés nas estimativas. Segundo Detmann et al. (2001), embora a curva de excreção do indicador tenha forma definida, não existem garantias de posicionamento fixo do ponto de interseção entre a concentração do indicador e a linha projetada correspondente a 100% de recuperação, especialmente na situação desse estudo onde a entrada de indicadores foi variável em função dos consumos de volumoso e suplemento.

Prigge et al. (1981), ao avaliarem a excreção fecal de vacas estabuladas, relataram que a aplicação de óxido de cromo somente uma vez ao dia com uma coleta spot de fezes, gerou valores subestimados de excreção fecal, sendo que o uso de duas aplicações diárias gerou estimativas semelhantes ao procedimento de coleta total.

Segundo Detmann et al. (2001), vale salientar que em animais em pastejo, apesar da recomendação de um número elevado de coletas para estimar a curva de excreção fecal, o

manejo excessivo dos animais pode stressá-los, comprometendo o comportamento e afetando a acurácia da metodologia.

Nos casos em que o estímulo ocorre constante e repetidamente, é possível a ocorrência de um fenômeno chamado habituação, no qual o animal torna-se habituado ao estímulo, reduzindo-se o nível de interferência negativa sobre seu comportamento, passando a adquirir novo padrão comportamental (CURTIS, 1983). Porém a alta reatividade inerente a algumas raças, principalmente zebuínas, e a dificuldade de observação de fatores comportamentais em animais mantidos em grupo dificulta a observação de tal fenômeno.

As estimativas de consumo de MS de volumoso em relação ao mensurado eletronicamente foram avaliadas considerando a concentração fecal média de indicadores em um período de 48h (Figura 6) ou a concentração média nos bolos fecais excretados em quatro períodos de 6 horas ao longo do dia 0h às 6h; 6h às 12h; 12h às 18h e 18h às 0h (Figura 7). Foi observado que, independente do período de excreção de fezes, a precisão das estimativas foi baixa (Tabela 2), mas as estimativas foram satisfatórias e o intercepto e coeficiente de inclinação continham valores de zero e um, respectivamente, em seu intervalo de confiança a 95% de probabilidade.

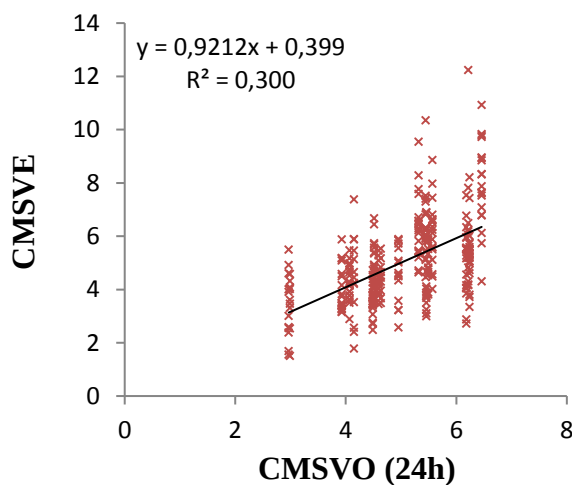


Figura 6- Consumo de matéria seca de volumoso estimado (CMSVE) em relação ao consumo observado e mensurado eletronicamente (CMSVO), considerando a concentração fecal média de indicadores em um período de 48h de coleta.

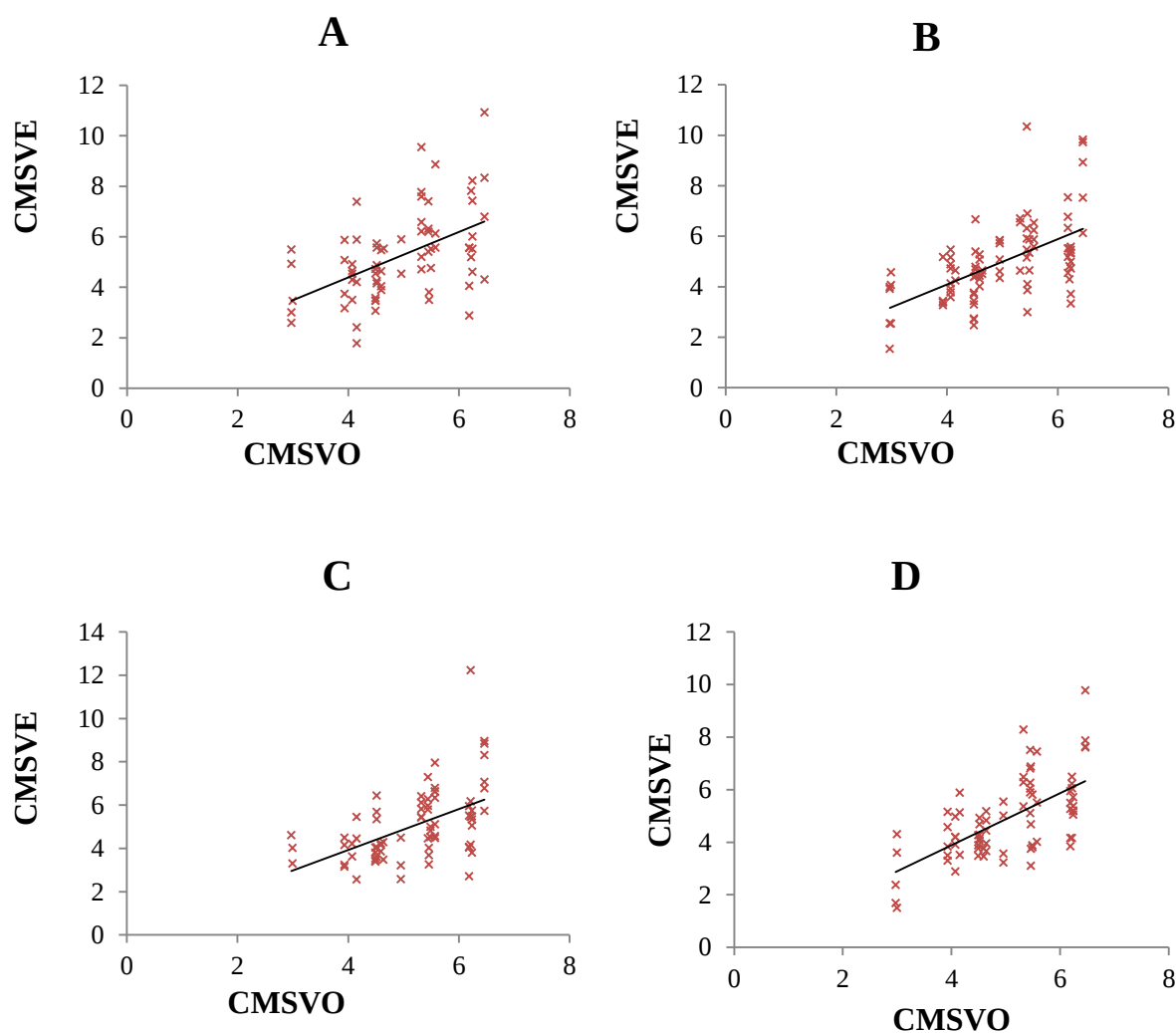


Figura 7- Consumo de matéria seca de volumoso estimado (CMSVE) em relação ao consumo observado e mensurado eletronicamente (CMSVO), considerando a concentração média de indicadores nas fezes coletadas entre as 0h às 6h (A), 6h às 12h (B), 12h às 18h (C) e 18h às 0h (D).

A baixa precisão das estimativas de consumo de volumoso pode estar relacionada com as características dos indicadores utilizados, já que há relatos de recuperação diferente de 100%, tanto para o cromo quanto para FDNi (PENNING e JOHNSON, 1983; COCHRAN et al., 1986; LIPPKE et al., 1986; KRYSL et al., 1988; BERCHIELLI et al., 2000), além de haver uma gama extensa de metodologias, com diferentes doses, horários e tipos de aplicação dos indicadores, dificultando a repetibilidade dos resultados.

O maior valor de R^2 e o menor valor de critério de informação de akaike (AIC) indicam que a melhor estimativa foi de consumo foi obtida com as fezes coletadas entre as 18:00 e 0:00h.

Outro fator importante a ser considerado está no fato da pressuposição de que a entrada do indicador externo seja constante, se assemelhando à metodologia denominada infusão contínua, devido ao consumo via suplemento, pressupondo-se o alcance de um estado de estaticidade de fluxo, denominado de "steady state". Porém há de salientar que há variações temporais no processo de alimentação e segundo Owens e Hanson (1992), esta consideração não seria válida.

Segundo Prigge et al. (1981) e Burns et al. (1994), o emprego de duas aplicações diárias de óxido de cromo, leva à redução da amplitude total de variação em torno da média, tornando o perfil de excreção mais estável e próximo do "steady state" desejado.

Portanto a metodologia avaliada no presente trabalho não se comportaria como de infusão constante e nem como de dose pulso. Porém como o fornecimento do indicador externo se deu via concentrado de autorregulação de consumo, pôde-se considerar como várias aplicações diárias; e que as diferenças substanciais nas estimativas de consumo podem ter ocorrido pelas grandes variações observadas em relação aos horários e quantidades ingeridos.

Tabela 2- Parâmetros da regressão linear entre o consumo de volumoso observado e o consumo estimado considerando a concentração média de indicadores nas fezes coletadas entre as 0h e 6h, 6h e 12h, 12h e 18h, 18h e 0h, e a concentração fecal média em 48 horas de coleta.

Horário	N	Intercepto (IC 95%)	Inclinação (IC 95%)	R ²	AIC	BIC	QMEP
0h às 6h	70	0,797 (-1,101; 2,694)	0,899 (0,522; 1,276)	0,250	60,306	62,422	1,517
6h às 12h	90	0,488 (-0,899; 1,874)	0,900 (0,628; 1,172)	0,329	47,454	49,544	1,287
12h às 18h	75	0,135 (-1,809; 2,079)	0,949 (0,580; 1,317)	0,265	56,063	58,171	1,434
18h às 0h	76	0,080 (-1,525; 1,366)	0,992 (0,710; 1,275)	0,398	26,889	28,995	1,178
48h ininterruptas	311	0,399 (-0,410; 1,207)	0,921 (0,764; 1,079)	0,300	188,953	190,979	1,351

4. CONCLUSÃO

Independente do período de coleta de fezes, o consumo médio de volumoso estimado, considerando todos os animais, não difere do consumo mensurado eletronicamente, e há correlação moderada entre o consumo observado e o estimado com o uso de indicador externo fornecido com suplemento.

Conclui-se que o fornecimento de indicadores externos via suplemento fornecido *ad libitum* em cocho eletrônico pode ser utilizado para estimar o consumo médio de matéria seca de volumoso de um grupo de bovinos com moderada precisão, porém a estimativa do consumo individual de bovinos apresenta elevada variabilidade.

5. REFERÊNCIAS

- BALDASSINI, W. A.; SANTOS, A. C.; COUTINHO, M. A. S.; et al. Equipamentos, instalações e protocolos de mensuração de consume de material seca em bovinos. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 15, p. 5-14, 2016.
- BARROS, E.E.L., C.A.A. FONTES, E. DETMANN, et al. Vícios na estimação da excreção fecal utilizando indicadores internos e óxido de cromo em ensaios de digestão com ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, 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.
- BERRY, D.P.; CROWLEY, J.J. Residual intake and gain; a new measure of efficiency in growing cattle. **Journal of Animal Science**, v. 90, p. 109-115, 2012.
- BÜRGER, P. J.; PEREIRA, J. C.; SILVA, J. F. C., et al. Consumo e Digestibilidade Aparente Total e Parcial em Bezerros Holandeses Alimentados com Dietas Contendo Diferentes Níveis de Concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 206-214, 2000.
- BURNS, J.C., POND, K.R., FISHER, D.S. Measurement of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. Forage quality, mevaluation, and utilization. **Winsconsin: American Society of Agronomy**, p. 494-532, 1994.
- CABRAL, L. S.; ZERVOUDAKIS, J.T.; COPPEDÊ, C. M.; et al. Beef cattle supplementation maintained on pasture of “Panicum maximum” cv. Tanzânia. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, p. 293-302, 2008.
- CARDOSO, E. S., JÚNIOR, H. A. S., SANTANA, E. O. C., et al. Avanços no estudo de bovinos a pasto- revisão. **Revista Eletrônica Nutritime**. v. 11, p. 3648- 3659, 2014.
- CARVALHO, P.C.F.; MORAES, A. Comportamento ingestivo de ruminantes: bases para o manejo sustentável do pasto. In: MANEJO SUSTENTÁVEL EM PASTAGEM, 1., 2005, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2005. p. 1-20.
- COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALLACE J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v. 63, p. 1476-1483, 1986.
- CURTIS, S.E. Environmental management in animal agriculture. **Iowa University Press**, p. 410, 1983.
- DETMANN, E.; CECON, P. R.; PAULINO, M. F.; ZERVOUDAKIS, J. T.; VALADARES FILHO, S. de C.; ARAÚJO, C.V. de. Estimação de parâmetros da cinética de trânsito de partículas em bovinos sob pastejo por diferentes sequências amostrais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 222-230, 2001.

DETMANN, E.; SOUZA A.L.; GARCIA, R., et al Avaliação do vício de "tempo longo" de indicadores internos em ensaio de digestão com ruminantes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootenia**, v. 59, p. 182-198, 2007.

DETMANN, E., SOUZA, M.A., VALADARES FILHO, S.C., et al. (Ed.) (2012). Métodos para análise de alimentos. 1.ed. **Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 214p.

ELLIS, W.C. Determination of grazed forage intake and digestibility. **Journal of Dairy Science**, v. 61, p. 1828-1840, 1978.

FERREIRA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; MARCONDES, M. I., et al. Avaliação de indicadores em estudos com ruminantes: digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 8, p. 1568-1573, 2009.

FORBES, J.M. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. **Wallington: CAB**, p. 532, 1995.

GIBB, D.J.; McALLISTER, T.A. The impact of feed intake and feeding behavior of cattle on feedlot and feedbunk management. **Western Nutritional Conference**, v. 20, p. 101-116, 1999.

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.

GOMES, R.C.; SAINZ, R.D.; SILVA, S.L.; CÉSAR, M.C.; LEME, P.R. Feedlot performance, feed efficiency reranking, carcass traits, body composition, energy requirements, meat quality and calpain system activity in Nellore steers with low and high residual feed intake. **Livestock Science**, v. 150, p. 265-273, 2012.

ÍTAVO, L. C. V., VALADARES FILHO, S. C., SILVA, F. F., VALADARES, R. F. D., PAULINO, M. F., ÍTAVO, C. C. B. F., MORAES, E. H. B. K. Comparação de Indicadores e Metodologia de Coleta para Estimativas de Produção Fecal e Fluxo de Digesta em Bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 1833-1839, 2005.

KRYSL, L.J.; GALYEAN, M.L.; ESTELL R.E. et al. Estimating digestibility and faecal output in lambs using internal and external markers. **Journal of Agricultural Science**, v. 111, p. 19-25, 1988.

KOZLOSKI, G. V.; NETTO, D. P.; OLIVEIRA, L., et al. Uso de óxido de cromo como indicador da excreção fecal de bovinos em pastejo: variação das estimativas em função do horário de amostragem. **Ciência Rural**, v. 36, p. 2, 2006.

LANGLANDS, J.P., CORBETT, J.L., McDONALD, I. et al. Estimation of the faeces output of grazing animals from the concentration of chromium sesquioxide in a sample of faeces. Comparison of estimates from samples taken at fixed times of day with faeces outputs measured directly. **British Journal of Nutrition**, v. 17, p. 211-218, 1963.

LIPPKE, H.; ELLIS, W.C.; JACOBS B.F. Recovery of indigestible fiber from feces of sheep and cattle on forage diets. **Journal of Dairy Science**, v. 69, p. 403-412, 1986.

LOPES, S. A.; PAULINO, M. F.; DETMANN, E., et al. Evaluation of supplementation plans for suckling beef calves managed on tropical pasture. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 38, p. 1027-1040, 2017.

MISSIO, R.L.; BRONDANI, I.L.; ALVER FILHO, D.L.; SILVEIRA, M.F.; FREITAS, L.S. e RESTLE, J. Comportamento ingestivo de tourinhos terminados em confinamento, alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 39, p. 1571-1578, 2010.

NKRUMAH, J.D.; OKINE, E.K.; MATHINSON, G.W.; et al. Relationships of feedlot, feed efficiency, performance, and feeding behavior with metabolic rate, methane production, and energy partitioning in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 145-153, 2006.

OLIVEIRA, L. O. F. de; SALIBA, E. de O. S.; AMARAL, T. B.; OLIVEIRA, A. Avaliação de diferentes períodos de oferecimento de óxido de cromo como marcador externo nas estimativas de consumo para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 14., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004.

OWENS, F. N.; HANSON, C. F. External and internal markers for appraising site and extent of digestion in ruminants. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 75, p. 2605-2617, 1992.

PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J. T. Suplementos múltiplos para recria e engorda de bovinos em pastejo. In: **II Simpósio de Produção de Gado de Corte**, 483 p. Viçosa – MG. 2003.

PENNING, P. D. Animal-based techniques for estimating herbage intake. In: PENNING, P. D. 2006. (Ed.). **Herbage Intake Handbook**. 2ed. Reading: The British Grassland Society, 2ed. p. 53-94, 2004.

PENNING, P.D.; JOHNSON, R.H. The use of internal markers to estimate herbage digestibility and intake. **Journal of Agricultural Science**, v. 100, p. 127-131, 1983.

PINA, D. dos S.; VALADARES FILHO, S. de C.; DETMANN, E., et al. Efeitos de indicadores e dias de coleta na digestibilidade dos nutrientes e nas estimativas do valor energético dos alimentos para vacas alimentadas com diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 2461-2468, 2006.

PRIGGE, E.C., VARGA, G.A., VICINI, J.L. et al. Comparison of ytterbium chloride and chromium sesquioxide as fecal indicators. **Journal of Animal Science**, v. 53, p. 1629-1633, 1981.

SANTANA, M.H.A.; GOMES, R.C.; FERRAZ, J.S.B.; JUNIOR, P.R. Medidas de eficiência alimentar para avaliação de bovinos de corte. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 13, p. 95-107, 2014.