

MARCOS INÁCIO MARCONDES

**DESEMPENHO DE BOVINOS NELORE ALIMENTADOS INDIVIDUALMENTE OU EM
GRUPO, EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS E AVALIAÇÃO PROTÉICA DE ALIMENTOS
PARA RUMINANTES**

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
2007

MARCOS INÁCIO MARCONDES

DESEMPENHO DE BOVINOS NELORE ALIMENTADOS INDIVIDUALMENTE OU EM
GRUPO, EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS E AVALIAÇÃO PROTÉICA DE ALIMENTOS
PARA RUMINANTES

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 em 12 de março de 2007

Prof. Edenio Detmann
(Co-Orientador)

Prof. Pedro Veiga Rodrigues Paulino
(Co-Orientador)

Prof^a. Rilene Ferreira Diniz Valadares

Prof. Mário Fonseca Paulino

Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho
(Orientador)

DEDICATÓRIA

Em memória de meu avô, João Inácio, que muito me inspirou.

Aos meus pais, Luiz e Zulma, pelo apoio para a realização deste trabalho.

Aos meus estagiários, principalmente ao Luiz Fernando, Fernando Susu, Tathy, Mozart e Luciana, pois sem eles não chegaria até aqui.

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Viçosa, por minha formação, e em especial ao Departamento de Zootecnia, pela realização deste curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa.

Aos meus pais e irmãos.

Um agradecimento especial à Tathy pelo carinho e apoio durante todo o experimento e análises laboratoriais.

Ao prof. Sebastião de Campos Valadares Filho pelos ensinamentos e apoios nesta fase da minha vida, pelo companheirismo, confiança e excelente orientação.

Ao prof. Pedro Veiga Paulino Rodrigues pela amizade, ensinamentos, reconhecimento e ajuda sempre necessária.

Ao prof. Edênio Detmann pela orientação e ensinamentos durante as análises laboratoriais e estatísticas.

Ao prof. Mário Paulino, pelos conselhos e pelas oportunidades concedidas que possibilitaram a realização deste trabalho.

À prof^a. Rilene Ferreira Diniz Valadares, pelo carinho e amizade, pela minha orientação de iniciação científica durante a graduação, pela ajuda e disponibilidade.

Aos professores Maria Ignez, José Maurício, Rogério Lana, Augusto César, Bento Mâncio, Paulo Sávio e demais professores do Departamento de Zootecnia e dos demais departamentos da Universidade Federal de Viçosa pelo conhecimento transferido.

Aos funcionários do DZO: Joécio, Zé Geraldo, Marcelo, Pum, Zé Antônio, Monteiro, Fernando, Raimundo, Vera, Valdir, Adilson, Celeste, Rosana, Márcia, Mário, Venâncio e Cleone pela ajuda sempre necessária.

À Fernanda pela grande amizade e ajuda nas horas mais críticas do meu estômago.

Aos estagiários e bolsistas de iniciação científica Luiz Fernando, Fernando Susu, Tathy, Mozart, Luciana, Vitor (VET), Bruno, João Lisboa (Zói-de-mel), Diego, Andréia, Diane, Paula, Vitão (AGRO), Diogo, Pedrão, Natalia, Rodrigo Cowboy, Rafaela, Moisés, Fabiana, Alan, Rafael, Paloma, Helen, Marco Túlio e Alexssandre.

À Cris, minha melhor amiga, sempre disponível com carinho e companheirismo.

Aos amigos Márcio, Tixa e Mosquito pela confiança, credibilidade e companhia nos momentos bons e ruins desta etapa da minha vida.

Aos amigos Daniel, Ana Paula (Tia), Mário Chizzotti, Nicola (Bixcoito), Mariana, Juninho (Calouro), Susana, Fred, Karla, Douglas, Patrícia, Mônica e demais, pela amizade e convivência construtiva.

BIOGRAFIA

MARCOS INÁCIO MARCONDES, filho de Luiz Otávio Calvo Marcondes e Zulma Lane Inácio Marcondes, nasceu em Brasília, Distrito Federal, em 13 de janeiro de 1983.

Em Julho de 2005, graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa.

Em Julho de 2005, iniciou o curso de mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Nutrição e Produção de Ruminantes, submetendo-se à defesa de tese em 12 de março de 2007.

CONTEÚDO

	Página
EXTRATO.....	viii
ABSTRACT.....	xii
INTRODUÇÃO.....	1
LITERATURA CITADA.....	10
Avaliação de um método para estimar o consumo de volumoso e concentrado de animais alimentados em grupo e digestibilidade de nutrientes e produção de proteína microbiana de animais Nelore de três classes sexuais.....	16
Resumo.....	16
Abstract.....	18
Introdução.....	20
Material e Métodos.....	22
Resultados e Discussão.....	30
Conclusões.....	38
Literatura Citada.....	39
Desempenho de animais alimentados individualmente ou em grupo e características de carcaça de animais Nelore de três classes sexuais.....	42
Resumo.....	42
Abstract.....	44
Introdução.....	46
Material e Métodos.....	47
Resultados e Discussão.....	54
Conclusões.....	60
Literatura Citada.....	61
Exigências nutricionais de bovinos Nelore de três classes sexuais e predição da composição corporal e da carcaça a partir da seção entre a 9ª e 11ª costelas.....	63
Resumo.....	63
Abstract.....	65

Introdução.....	67
Material e Métodos.....	69
Resultados e Discussão.....	78
Conclusões.....	96
Literatura Citada.....	97
Degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta de alimentos para bovinos.....	100
Resumo.....	100
Abstract.....	102
Introdução.....	104
Material e Métodos.....	105
Resultados e Discussão.....	110
Conclusões.....	123
Literatura Citada.....	124
CONCLUSÕES GERAIS.....	127
APÊNDICE.....	130

RESUMO

MARCONDES, Marcos Inácio, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, abril de 2007.
DESEMPENHO DE BOVINOS NELORE ALIMENTADOS INDIVIDUALMENTE OU EM GRUPO, EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS E AVALIAÇÃO PROTÉICA DE ALIMENTOS PARA RUMINANTES. Orientador: Sebastião de Campos Valadares Filho. Co-Orientadores: Edenio Detmann e Pedro Veiga Rodrigues Paulino

O presente trabalho foi desenvolvido a partir de quatro experimentos. Os dois primeiros foram conduzidos com os objetivos de avaliar a produção de matéria seca fecal (MSF) obtida a partir de coleta total ou estimada com o uso de óxido crômico (Cr_2O_3), dióxido de titânio (TiO_2), lignina isolada, purificada e enriquecida de *Eucalyptus grandis* (LIPE®), fibra em detergente ácido (FDAi) e neutro (FDNi) indigestíveis, adotando-se dois períodos de coleta (três ou cinco dias); avaliar o uso de Cr_2O_3 ou TiO_2 para estimar o consumo de concentrado, e da FDAi e FDNi para estimar o de volumoso; e determinar o consumo de matéria seca (CMS), os coeficientes de digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes e a produção de proteína microbiana em animais Nelore de três classes sexuais. No primeiro experimento, foram utilizadas quatro novilhas mestiças, alimentadas com cana-de-açúcar, corrigida com 1,0% de uréia/sulfato de amônio na base da matéria natural, à vontade e oferta de concentrado na base de 1,0 % do peso vivo, fornecido separado do volumoso. Utilizou-se delineamento em sub-blocos, em esquema de parcelas sub-sub-divididas, tendo nas subparcelas os métodos para estimar a MSF e nas sub-sub-parcelas os dias de coleta. O Cr_2O_3 e o TiO_2 foram administrados ao concentrado, na dose de 10 g/animal, e a LIPE® foi colocada via fístula ruminal, na quantidade de 0,5 g/animal. No segundo experimento, foram utilizados 18 animais, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x3, sendo dois níveis de oferta de concentrado e três classes sexuais. As dietas foram isoprotéicas (12,5% PB) e o volumoso utilizado foi a silagem de milho. A síntese ruminal de compostos nitrogenados foi estimada pela excreção urinária de derivados de purinas. Todos os indicadores estimaram adequadamente a produção de MSF, independente do período de coleta, com exceção da FDAi. Não houve diferença entre o Cr_2O_3 e o TiO_2 para estimar o consumo individual de concentrado ($P>0,05$). Não houve diferença ($P>0,05$) entre as classes sexuais e o nível de oferta de concentrado para o CMS e as

digestibilidades dos nutrientes, com exceção do extrato etéreo. A eficiência microbiana média encontrada foi de 133,42 g de PB microbiana/kg de NDT. Portanto, recomenda-se utilizar três dias para coletas de fezes, por ser mais barato e menos trabalhos. A escolha entre Cr_2O_3 e o TiO_2 para estimar o consumo de concentrado dependerá de sua disponibilidade e preço, e da facilidade de análises. A FDNi pode ser utilizada para se estimar o consumo individual de volumoso. Não houve diferenças para os consumos de matéria seca entre machos inteiros (MI), machos castrados (MC) e fêmeas (FE) da raça Nelore. A classe sexual não influenciou a produção de proteína microbiana. O terceiro experimento foi conduzido com os objetivos de estimar o consumo individual de matéria seca, de concentrado e de volumoso, de animais alimentados em grupo; avaliar o CMS, o ganho médio diário (GMD) e a conversão alimentar (CA) de animais de três classes sexuais, alimentados individualmente ou em grupo, recebendo dois níveis de oferta de concentrado; e determinar o efeito de níveis de oferta de concentrado (1,00 ou 1,25% do peso vivo) e de classe sexual sobre as características de carcaça de animais Nelore, terminados em confinamento. Também foi objetivo validar as equações de Hankins e Howe (1946), para estimação da composição física da carcaça, e de Paulino (2002) para estimação da composição de macrominerais no corpo vazio de bovinos Nelore; determinar as exigências de energia metabolizável para manutenção e exigências líquidas de proteína, energia e macrominerais para ganho, além da eficiência de transformação das exigências líquidas de proteína em exigências de proteína metabolizável, em bovinos Nelore. Foram utilizados 45 bovinos Nelore (15 MC, 15 MI e 15 FE), sendo que nove animais (três de cada classe sexual) foram abatidos ao início do experimento para constituir o grupo referência. Os 36 animais restantes, sendo 12 de cada classe sexual, foram distribuídos em dois esquemas de alimentação (individual ou em grupo), alimentados com dois níveis de oferta de concentrado (1,00 ou 1,25% do PV), perfazendo um esquema fatorial 2x2x3. O experimento teve a duração de 112 dias. Para a estimativa do CMS individual dos animais alimentados em grupo foi utilizada a LIPE® para estimar a produção fecal, o Cr_2O_3 e o TiO_2 para estimar o consumo de concentrado e a FDNi e FDAi para estimar o consumo de volumoso. Ao final do experimento, todos os animais alimentados individualmente foram abatidos para determinação do peso de corpo vazio e composição corporal, sendo que suas meias-carcaças direitas foram divididas em cinco

cortes comerciais. Da meia-carcaça esquerda foi retirada a seção HH. As exigências líquidas para ganho de peso foram obtidas derivando-se a equação de predição do conteúdo corporal de cada nutriente, em função do logaritmo do peso de corpo vazio (PCVZ). As exigências de energia metabolizável para manutenção foram estimadas a partir da regressão linear da energia retida (ER) em função do consumo de energia metabolizável. A eficiência de conversão das exigências líquidas de proteína em exigências de proteína metabolizável foi obtida pela equação de regressão entre a proteína retida e o consumo de proteína metabolizável. Não houve efeito ($P>0,05$) do nível de concentrado e do esquema de alimentação sobre o CMS, o GMD e a CA dos animais. Os machos inteiros foram superiores aos MC no rendimento de alguns cortes básicos e estes foram superiores às FE. A equação proposta por Paulino (2002) foi eficiente para se estimar a concentração de Ca no corpo vazio. Para todos minerais estudados foram propostas novas equações para estimar o conteúdo corporal a partir da sua concentração na seção HH. As equações obtidas para estimativa da energia retida foram: $ER = 0,0559 \cdot PCVZ^{0,75} \cdot GPCVZ^{1,1037}$ (MI); $ER = 0,0738 \cdot PCVZ^{0,75} \cdot GPCVZ^{0,9688}$ (MC); $ER = 0,1020 \cdot PCVZ^{0,75} \cdot GPCVZ^{1,0408}$ (FE). O esquema de alimentação não alterou o CMS nem o GMD de animais Nelore de diferentes classes sexuais. Os machos inteiros ganharam aproximadamente 24% a mais de peso do que MC. Os machos castrados ganharam aproximadamente 22% a mais de peso do que FE. Ofertas de concentrado entre 1,00 e 1,25% do PV não influenciaram as principais características de carcaça e seu rendimento, em bovinos Nelore. Os machos inteiros foram mais eficientes que MC e FE, na deposição de carne e apresentaram maiores rendimentos em alguns cortes básicos. As exigências líquidas de energia para ganho aumentaram na medida em que se aumentou o peso vivo dos animais enquanto as exigências líquidas de proteína para ganho diminuíram na medida em que se aumentou o peso vivo dos animais. As exigências líquidas de energia para manutenção foram maiores em fêmeas em relação à machos e a eficiência de conversão das exigências líquidas de proteína em exigências de proteína metabolizável foi aproximadamente 50%. Conclui-se que é possível estimar a composição de macrominerais no corpo vazio de bovinos Nelore a partir da seção HH. O quarto experimento teve o objetivo de determinar as frações A e B bem como a taxa de degradação ruminal (Kd), da matéria seca e da proteína bruta, de 27 alimentos utilizados

na alimentação de bovinos. Além disso, foi objetivo do trabalho determinar a digestibilidade intestinal da proteína não degradada no rúmen pelas técnicas do saco de náilon móvel e de três estágios. Foram utilizadas quatro fêmeas da raça Nelore, fistuladas no rúmen e no duodeno, e mantidas em sistema de alimentação à vontade, à base de silagem de milho e concentrado. Para a obtenção da degradabilidade ruminal da MS e da PB, os alimentos foram incubados nos tempos 0, 2, 4, 6, 12, 16, 24, 48 e 72 horas, sendo posteriormente determinadas a MS e N total dos resíduos da incubação. As degradabilidades ruminais da PB foram calculadas utilizando-se o modelo proposto por Ørskov e McDonald (1979). Para determinação da digestibilidade intestinal (DI) da proteína bruta foram utilizadas as técnicas do saco de náilon móvel e de três estágios. A maioria dos dados de degradação ruminal da matéria seca e da proteína bruta obtidos estão de acordo com dados encontrados na literatura. A técnica dos três estágios não estimou satisfatoriamente a DI de todos os alimentos avaliados, com exceção dos alimentos protéicos. O farelo de soja foi o alimento que apresentou maior DI da PB (93,95%), seguido pelo milho (85,58%), farelo de algodão 46% de PB (84,93%) e glúten de milho (82,98%), quando se utilizou a técnica do saco de náilon móvel. Concluiu-se que a maioria dos alimentos avaliados possui digestibilidade total da PB maior ou próxima de 90%, com exceção das casca de soja, de café e de cacau e das silagens de milho e de capim-elefante. Recomenda-se a utilização da equação $DIPB (\%) = -5,1906 + 1,1053 \cdot X$, para corrigir a DI obtida pela técnica dos três estágios para alimentos não protéicos, sendo X a DI obtida pela técnica de três estágios.

ABSTRACT

MARCONDES, Marcos Inácio, M.SC., Universidade Federal de Viçosa, April of 2007.
PERFORMANCE OF NELLORE CATTLE FED INDIVIDUALLY OR IN GROUP, NUTRIENT REQUIREMENTS AND PROTEIC EVALUATION OF FEEDS FOR RUMINANTS. Adviser: Sebastião de Campos Valadares Filho. Committee Members: Edenio Detmann and Pedro Veiga Rodrigues Paulino

The present work was developed based on four experiments. The two firsts were conducted aiming to evaluate the fecal dry matter production using total fecal collection or estimated by chromic oxide (Cr_2O_3), titanium dioxide (TiO_2), isolated, purified and enriched lignin of *Eucalyptus grandis* (LIPE®), indigestible neutral and acid detergent fiber (NDFi and ADFi, respectively), in two periods of sample collection (three or five days); to evaluate the use of Cr_2O_3 and TiO_2 to estimate the individual intake of concentrate, and the use of NDFi and ADFi to estimate the individual intake of roughage; and to determine the dry matter intake, the digestibilities coefficients of dry matter and of the nutrients and to determine the microbial protein production in Nellore cattle of three genders. In the first experiment, four heifers were fed with sugar cane plus 1,0% of urea/ammonium sulfate on as-fed basis, *ad libitum* and 1,0% of live weight in concentrate, fed separate from roughage. Each animal was considered as sub-block (main plots), in a splitplot design, being the methods to estimate fecal dry matter the sub-plot and the sampling days the sub-sub-plot. The Cr_2O_3 and TiO_2 were mixed in the concentrate (10 g/animal), and the LIPE® was introduced via cannula (0,5 g/animal). In the second trial, eighteen animals were used, allotted to a complete randomized design, in factorial design 2x3, being two levels of concentrate offer and three genders. The diets had 12,5% CP in the dry matter and the roughage used was corn silage. The ruminal synthesis of nitrogen compounds was estimated using the purine derivatives. All markers estimated properly the fecal dry matter production, with no effects in the sample period, excepting ADFi. There was not difference between Cr_2O_3 and TiO_2 to estimate the individual concentrate intake ($P>0,05$). There was no significant difference ($P>0,05$) between genders and levels of concentrate in dry matter intake and nutrient digestibilities, excepted for ether extract. The average microbial efficiency was 133,42 g of microbial CP/kg of TDN. Therefore, it is recommended to use three days of sample collection period because it's cheaper and less

labor intensive. The final decision when choosing between Cr_2O_3 and TiO_2 to estimate concentrate intake has to take in account the availability, its cost and laboratorial analysis. The NDFi can be used to estimate the roughage intake. There were not differences in the dry matter intake between Nellore bulls, steers and heifers. The gender didn't influence the microbial protein production. The third experiment was developed aiming to estimate the individual intake of dry matter, concentrate and roughage of animal fed in group. To evaluate the dry matter intake (DMI), daily weight gain (DWG) and feed conversion (FC) by animals of three genders, fed individually or in group, fed two levels of concentrate offer; and determine the effect of two levels of concentrate offer (1, 0% of live weight or 1,25% of live weight) and the genders effect in carcass traits of confined Nellore cattle. It was also the objective to validate the Hankins and Howe (1946) equations, to estimate the carcass physic composition, and the Paulino (2002) equations, to estimate the empty body weight macromineral composition of Nellore cattle; determine the metabolized requirements of energy for maintenance and liquid requirements of crude protein, energy and macromineral for gain, and also the efficiency of conversion of liquid protein requirements into metabolized protein requirements in Nellore cattle. Forty five Nellore (15 bulls, 15 steers and 15 heifers) were used, being nine animals (three of each genders) slaughtered at the beginning performing the reference group. The 36 animals remaining (12 of each gender) were allotted in two levels of concentrate offer (1,0% and 1,25% of live weight) and two schemes of feeding (individually or in group), in a factorial design $2 \times 2 \times 3$. The trial lasted 112 days. To estimate the individual DMI of the animal fed in group, the LIPE® was used to estimate the fecal dry matter production, the Cr_2O_3 and TiO_2 to estimate the individual concentrate intake and NDFi and ADFi were used to estimate the individual roughage intake. At the end of the experiment all animals fed individually were slaughtered to determine the empty body weight and corporal composition, being the right carcass divided in five commercial cuts. From left carcass the HH section was obtained. The liquid requirements for gain were obtained by deriving the equation of corporal content of each nutrient, in function of log of empty body weight. The metabolized energy requirements for maintenance were estimated by a regression of retained energy and metabolized energy intake. The efficiency of conversion into metabolized protein was estimated by regressing the protein retained and metabolized

protein intake. There were not effects ($P>0,05$) of concentrate level and feed scheme in DMI, DWG and FC. Bulls were superior to steers in some weights of the commercial cuts and steers were superior to females. Paulino's (2002) equation was efficient to estimate Ca concentration in the empty body weight. For all macromineral were proposed news equations to estimate its contents in empty body weight using the HH section. The equations obtained for retained energy were: $RE = 0,0559 \cdot EBW^{0,75} \cdot EBWG^{1,1037}$ (bulls); $RE = 0,0738 \cdot EBW^{0,75} \cdot EBWG^{0,9688}$ (steers); $RE = 0,1020 \cdot EBW^{0,75} \cdot EBWG^{1,0408}$ (females). The feed scheme did not influence the DMI and DWG of Nellore cattle of three genders. Bulls grow 24% faster than steers and steers grow 22% faster than females. The concentrate offer between 1,0 and 1,25% of live weight did not influence carcass traits in Nellore cattle. Bulls were more efficient in meat deposition and had higher yield in some commercial cuts. Liquid energy requirements for gain increase with higher live weights while liquid protein requirements for gain decrease with higher live weights. The metabolized energy requirements for maintenance were higher for females and the efficiency of conversion into metabolized protein is about 50%. It can be concluded that is possible to estimate the macromineral composition using the HH section in Nellore cattle. The fourth experiment was developed aiming to determine the fraction A, B and kd of dry matter and crude protein of 27 feeds used for ruminants in Brazil. It was also the objective of the trial to determine the intestinal digestibility of rumen undegraded protein by the three steps and the mobile nylon bag techniques. Four Nellore females, cannulated in rumen and duodenum, were fed ad libitum with corn silage and concentrate. The Orskov and McDonald (1979) model was used to obtain the rumen degradability of DM and CP, and the times of incubation were 0, 2, 4, 6, 12, 16, 24, 48 and 72 hours, being after that determined the DM and total nitrogen in the residues of incubation. To determine the intestinal digestibility (ID) of CP was used the three steps and the mobile nylon bag techniques. The ruminal degradation of DM and CP data were similar to literature. The three step technique did not estimate properly the ID of all feed evaluated, excepted for the proteic feeds. The soybean meal (93,95%) had the higher ID of CP using the mobile nylon bag technique, and corn (85,58%), cotton seed meal 46% of CP (84,93%), corn gluten (82,98%) comes after. It can be concluded that the most feeds have total CP digestibility higher or next to 90%, excepting for soybean, coffee and cacao hulls and

elephant-grass and corn silage. It is recommended to use the equation $IDCP (\%) = -5,1906 + 1,1053 \cdot X$, to correct the ID obtained by the three steps technique for non-proteic feeds, being X the ID obtained by the three steps technique.

INTRODUÇÃO

Um dos questionamentos associados à utilização de animais Nelore confinados individualmente consiste em saber se o consumo e o ganho de peso ocorrem de forma similar a animais confinados em grupo.

Em vários estudos têm-se relatado diferenças no comportamento entre espécies e, dentro de uma mesma espécie, entre raças, para os vários animais domésticos (Hohenboken, 1987). Em bovinos, esses trabalhos têm sido conduzidos principalmente para a característica denominada temperamento, a qual é definida como a expressão comportamental em resposta às ações realizadas pelo homem durante as atividades de manejo (Fordyce & Burrow, 1992).

Na raça Nelore, o temperamento agressivo é bastante conhecido, principalmente pela dificuldade de conduzir experimentos com esses animais em sistemas de confinamento individual. Problemas decorrentes do temperamento agressivo ocorrem tanto em fazendas de pecuária de corte, como de leite. Estes problemas estão associados, direta ou indiretamente, à necessidade de maior volume de trabalho, ao treinamento da mão-de-obra utilizada no manejo dos animais, à ocorrência de danos nas instalações e nos equipamentos, à possibilidade da existência de correlações desfavoráveis entre temperamento e características produtivas, à menor qualidade da carcaça e à redução na eficácia da observação de cio nos programas de inseminação artificial ou monta controlada (CSIRO, 1988).

Segundo Curtis (1993), as necessidades de segurança no trabalho envolvendo animais dizem respeito a acidentes com equipamentos e instalações, ação de predadores, etc, que, em geral, são pouco consideradas, provavelmente pelo fato de não serem alvo de muitos estudos, mas que podem, contudo, resultar até em morte do animal. Entre todas as necessidades dos animais, as comportamentais são as menos compreendidas, sendo classificadas em três categorias: abuso (crueldade ativa, agressão física), negligência (crueldade passiva que ocorre quando um animal é confinado e então é negada uma necessidade fisiológica como alimento, água, cuidados com saúde ou abrigo) e privação (crueldade passiva que envolve a negação de certos elementos ambientais que são considerados menos vitais que as necessidades fisiológicas ou de

segurança). Segundo Costa et al. (2004), o não atendimento dessas necessidades geralmente resulta em frustração, medo ou desconforto por parte do animal, com conseqüências negativas no processo produtivo (queda na produtividade e produtos de pior qualidade).

Os bovinos são animais gregários, ou seja, em ambiente natural andam sempre em grupos com o maior número possível de animais. Animais da raça Nelore, quando confinados em baias individuais, podem aumentar seu nível de estresse, o que pode ocasionar queda no consumo de matéria seca (CMS) e, conseqüentemente, na produtividade e más respostas aos tratamentos. Além disso, sob alto estresse, coletas de sangue, fezes e urina podem não ser representativas do estado normal do animal e causar confundimento nos resultados gerados pelo experimento, isso sem levar em consideração o risco de acidentes. Segundo Ospina & Prates (1998), o CMS é um dos principais determinantes do processo produtivo, por estar diretamente ligado ao consumo de nutrientes digestíveis e à eficiência com que tais nutrientes são utilizados nos processos metabólicos do animal para o atendimento de seus requisitos de manutenção e produção, constituindo-se, portanto, no fator que mais influencia o desempenho animal.

De maneira geral, bovinos mantidos em grupo se tornam mais dóceis e seu manejo é consideravelmente facilitado, o que conduz à hipótese de que animais Nelore confinados em grupo poderiam apresentar melhores respostas que aqueles mantidos em baias individuais. Freitas (2005), trabalhando com animais Nelore, Mestiços Holandês-Zebu e Nelore-Red Angus, observou menor desempenho para os Nelores. Segundo o autor, esse fato poderia estar associado à maior dificuldade de adaptação do Nelore ao manejo individual, mesmo após a adaptação pré-experimental.

Além disso, têm-se questionado, atualmente, experimentos com animais em pastejo, em que o consumo de concentrado é obtido pela divisão da quantidade total de concentrado oferecida pelo número de animais mantidos no piquete. Esse assunto foi discutido em revisão recente, realizada por Valadares Filho et al. (2006), que apresentaram algumas considerações sobre o problema. Assim, o uso de indicadores para estimar o consumo individual de concentrado de animais alimentados em grupo parece constituir alternativa de grande utilidade.

Kendall et al. (1983), citados por Kincheloe (2004), compararam o consumo individual de blocos suplementares, em ovinos alimentados individualmente ou em sistema de competição (grupo). A média de consumo dos animais alimentados em grupo foi de 0,4 kg/dia, enquanto para os ovinos alimentados individualmente foi de 0,72 kg/dia. Nesse experimento, o fator competição por alimento parece ter influenciado mais nos resultados do que a docilidade propriamente dita, isso porque ovinos são animais dóceis e parecem não apresentar perda de rendimento quando mantidos em baias individuais. Mesmos esses autores hipotetizaram que animais menos dominantes poderiam aumentar o consumo na situação menos competitiva e diminuir a variação do consumo. No entanto, o coeficiente de variação (CV) para o consumo individual foi maior para os animais alimentados individualmente (42% vs. 40%, respectivamente). Segundo os autores, a interação dominante-subordinado não foi o principal fator associado à na variação do consumo.

Em outro experimento, também com ovinos, Foot & Russell (1973) avaliaram o efeito de dois níveis de suplementação (alto e baixo) e da situação de alimentação sobre o consumo de suplemento. Os animais foram confinados e alimentados individualmente, confinados e alimentados em grupo ou confinados em grupo e alimentados individualmente. Dentro de cada tratamento, os animais foram divididos em dois grupos, um que recebeu alto nível de suplemento e o outro com baixo nível. No menor nível, o consumo de suplemento variou de 7,0 a 15,0 g/kg de peso vivo (PV) e no maior de 18,0 a 26,0 g/kg. Em ambos os níveis, o CV para o consumo de suplemento foi aproximadamente de 25% os animais alimentados e confinados em grupo, enquanto que os animais alimentados individualmente com baixo ou alto nível de suplemento apresentaram CV de 26,0 e de 13,0%, respectivamente. Desta forma, observa-se que a variabilidade no consumo de suplemento por animais individuais, dentro de um grupo, é freqüentemente verificada (Curtis et al., 1994).

Portanto, além de todos os fatores já observados, o estudo de animais agrupados leva ao problema da variabilidade de CMS individual e, nesse caso, esse consumo deve ser estimado. Segundo Valadares Filho et al. (2006), a técnica dos indicadores talvez seja a mais amplamente utilizada e aceita para a estimação do consumo em bovinos. De acordo com Detmann et al. (2004), essa técnica baseia-se na obtenção inicial de um

parâmetro básico de indigestibilidade da dieta consumida, lançando-se mão, posteriormente, de artifícios indiretos de determinação da digestibilidade dietética. Desta forma, obtém-se, por meio de uma relação reversa àquelas empregadas em animais confinados individualmente, a quantidade de alimento consumida diariamente.

Um amplo número de substâncias têm sido avaliadas como indicadores para estudar a função digestiva em ruminantes. O indicador pode ser interno, que ocorre naturalmente no alimento, ou externo, quando é acondicionado à ração ou administrado oral ou intra-ruminalmente.

Entre os indicadores externos disponíveis, o óxido crômico (Cr_2O_3) tem sido o mais utilizado, principalmente para cálculo da produção fecal, devido à sua facilidade de incorporação às dietas, ao seu custo relativamente baixo e simplicidade de análise.

Titgemeyer (1997) observou que a recuperação fecal de óxido crômico não foi completa, enquanto que Paixão (2004), de forma contrária, observou total recuperação do indicador independente do número de dias de coleta de fezes. Portanto, são observados resultados contraditórios na literatura.

Entretanto, Titgemeyer et al. (2001) ressaltaram que o cromo não é aprovado pelo Food and Drug Administration (FDA) como aditivo alimentar. Neste contexto, o dióxido de titânio (TiO_2) surge como alternativa ao cromo como indicador em estudos de digestão, podendo ser adicionado legalmente ao alimento em quantidades que não excedam 1,0% do produto final.

Titgemeyer et al. (2001) compararam as recuperações fecais em novilhos, utilizando o TiO_2 ou o Cr_2O_3 em diferentes períodos de coleta. Os indicadores foram misturados aos concentrados à base de milho. Observou-se que as recuperações fecais do TiO_2 e do Cr_2O_3 foram baixas durante o primeiro período de coleta de fezes (2 a 6 dias após a aplicação do indicador) e não diferiram entre si nos outros três períodos de coletas, que foram de 7 a 11; 12 a 16; e 17 a 21 dias após o início da aplicação dos indicadores.

Por outro lado, a Universidade Federal de Minas Gerais desenvolveu a LIPE® (lignina de madeira moída extraída do *Eucalyptus grandis*) que é um hidroxifenil propano modificado e enriquecido, sendo um indicador de digestibilidade e consumo (Saliba, 2005). A degradação da lignina é um processo oxigênio-dependente, o que impossibilita

a sua ocorrência no rúmen, tornando-a capaz de ser usada com sucesso como indicador (Saliba et. al 2003). Em estudo da LIPE® como indicador externo mostrou não haver diferenças nas estimativas de excreção fecal, quando comparadas com a coleta total em coelhos (Saliba et al., 2002). Oliveira et al. (2005), comparando LIPE® com Cr_2O_3 , em bovinos pastejando *Brachiaria brizantha*, também não encontraram diferenças nas estimativas de excreção fecal entre os dois indicadores utilizados.

Como indicadores internos, a fibra em detergente ácido (FDAi) e a fibra em detergente neutro (FDNi) indigestíveis são os mais utilizadas, sendo obtidas como o resíduo de FDA e FDN, (respectivamente), de amostras incubadas por longos períodos *in vitro* ou *in situ*. Van Soest (1994) afirmou que indicadores internos não são úteis para a quantificação de taxas de passagens, mas são úteis em medidas de recuperação do conteúdo intestinal, da mesma maneira que o esvaziamento ruminal.

Paixão (2004), comparando Cr_2O_3 , FDAi e coleta total de fezes concluíram que os indicadores, tanto o interno como o externo, são eficientes para se estimar a produção fecal diária e os coeficientes de digestibilidades da matéria seca, e que a recuperação do Cr_2O_3 foi de 100%. Entretanto, Berchielli et al. (2005), também comparando Cr_2O_3 e FDAi, concluíram que apenas a FDAi teve recuperação completa. Isso mostra mais uma vez a variabilidade dos dados da literatura.

Segundo Valadares Filho et al. (2005), a produção de carne bovina no Brasil caracteriza-se por sistemas de produção baseados em pastagens recobertas por forrageiras tropicais e em animais predominantemente zebuínos, sendo a raça Nelore a de maior ocorrência, em que mais de 80% do rebanho brasileiro apresenta alguma composição genética derivada de raças zebuínas. De acordo com Sainz et al. (2004), o Nelore, com mais de 100 milhões de cabeças espalhadas pelo país, tornou-se a principal raça destinada à produção de carne, em virtude de sua adaptabilidade às condições de criação em ambientes tropicais (clima quente e úmido, presença de endo e ecto-parasitas e padrão de oferta alimentar irregular, seja quali ou quantitativamente). Portanto, determinar as exigências nutricionais de tais animais significa gerar tecnologia de produção adequada às condições brasileiras, notadamente distintas daquelas presentes em países de clima temperado. O balanceamento adequado de rações e suplementos, assim como a estimação do desempenho a partir de dietas balanceadas, requer o

conhecimento das exigências nutricionais para as diferentes funções e para os diferentes níveis de desempenho. Desta forma, a obtenção de informações para complementar o banco de dados brasileiro e gerar a segunda edição da Tabela Brasileira de Exigências Nutricionais de Zebuínos representaria uma alternativa mais eficaz de aumento da produtividade e economicidade das dietas dos animais criados no Brasil.

A eficiência da produção de bovinos pode ser melhorada pelo uso de sistemas de alimentação que integrem os requerimentos nutricionais dos animais com a disponibilidade destes nutrientes na dieta. Dietas capazes de atender aos requerimentos nutricionais de bovinos de corte proporcionam o uso racional dos alimentos e evitam o uso de nutrientes em excesso e, portanto, reduzem a excreção destes no meio ambiente, melhorando a lucratividade e a competitividade da atividade, visto que a alimentação é o componente de maior custo no processo de produção de carne.

Entretanto, a obtenção de estimativas das exigências nutricionais dos animais somente se torna possível mediante a quantificação da composição corporal destes. Os métodos utilizados para predição da composição corporal e/ou da carcaça são classificados em diretos ou indiretos. Os métodos indiretos envolvem a predição da composição, tanto da carcaça, quanto do corpo dos animais, a partir de parâmetros mais facilmente obtidos. Já os métodos diretos consistem na separação e dissecação de todas as partes do corpo dos animais, e subsequente quantificação dos constituintes físicos e químicos, sendo, portanto, mais acurados. Contudo, além de laboriosos, estes últimos não permitem a comercialização das carcaças. Assim, vários métodos indiretos têm sido desenvolvidos para predição da composição do corpo ou da carcaça dos animais.

Hankins & Howe (1946) conduziram experimento sobre a utilização de cortes da carcaça para predição da sua composição física, apresentando um método para obtenção de uma amostra da carcaça compreendendo a seção entre a 9ª e a 11ª costelas (seção HH), bem como estabelecendo equações de predição das referidas composições.

O método do corte das costelas tem sido alvo de validação para as condições brasileiras, onde predominam animais zebuínos. Como o método de Hankins e Howe (1946) foi desenvolvido com animais taurinos, que apresentam padrão de deposição dos constituintes corporais, principalmente de gordura, distinto daquele observado em

animais zebuínos, a sua aplicabilidade no Brasil passou a ser questionada. Lanna et al. (1995), Silva (2001) e Paulino et al. (2005) avaliaram o corte das 9^a-10^a-11^a costelas como um estimador da composição da carcaça e do corpo vazio e concluíram que as equações desenvolvidas por Hankins & Howe (1946) não são totalmente aplicáveis a animais zebuínos. Os constituintes do tecido adiposo e o extrato etéreo são os mais problemáticos, uma vez que o uso das referidas equações em animais zebuínos incorre superestimativas do teor de gordura na carcaça e no corpo vazio.

No entanto, a adoção desse corte para fins de estimação da composição física e química da carcaça e, principalmente, química do corpo vazio apresenta-se como alternativa ao método direto, necessitando-se, porém, de ajustes para animais zebuínos. Nesse sentido, alguns autores (Véras et al, 2001; Paulino et al., 2005; e Paulino, 2006) desenvolveram equações específicas para animais zebuínos e compostos, com maior ênfase sendo dada ao componente gordura. Assim, maior número de observações possibilitará o desenvolvimento de equações mais confiáveis que permitam estimar a composição química do corpo vazio a partir da análise única da seção da 9^a à 11^a costela, resultando em economia de tempo e de recursos em pesquisas relacionadas às exigências nutricionais de bovinos no Brasil.

Em outro contexto, nos últimos anos, a eficiência da produção dos rebanhos bovinos foi ampliada, devido às descobertas realizadas no campo da alimentação e da nutrição dos animais. Dentre esses estudos, tem-se dado atenção especial ao estudo da fração protéica dos alimentos e sua relação com a alimentação animal, devido à sua escassez nas forragens, em particular na época seca do ano, e ao seu alto custo.

A degradação ruminal da proteína bruta (PB) da dieta é um importante fator que influencia tanto a fermentação ruminal como o suprimento de aminoácidos pós-rúmen. A Proteína degradada no rúmen (PDR) e proteína não-degradada no rúmen (PNDR) são frações da PB da dieta que têm distintas funções. A PDR pode fornecer peptídeos, aminoácidos livres e amônia para o crescimento dos microrganismos e síntese de proteína microbiana no rúmen. Por outro lado, a PNDR constitui a segunda mais importante fonte de aminoácidos para o animal. O conhecimento da dinâmica de degradação ruminal da proteína dos alimentos é fundamental para a formulação de dietas

com adequadas quantidades de PDR para os microrganismos do rúmen e PNDR para o próprio animal (NRC, 2001), proporcionando dietas mais eficientes.

A dinâmica de degradação ruminal foi primeiramente estudada por Quin et al. (1938), que utilizaram sacos de seda para estudar a degradação no rúmen de ovelhas. Entretanto, foi de grande importância a introdução, por Ørskov & McDonald (1979), de ferramentas matemáticas para interpretar os dados obtidos da taxa de saída das frações do alimento do rúmen e transformar os valores de degradabilidade na então chamada proteína efetivamente degradável (Hvelplund & Weisbjerg, 2000). Segundo o NRC (2001), atualmente o modelo mais utilizado para descrever a degradação ruminal *in situ* divide a proteína em três frações: A, B e C. A fração A seria constituída do nitrogênio não-protéico e daquela proteína que escapa rapidamente do saco, devido à alta solubilidade e ao seu pequeno tamanho. A fração C seria aquela totalmente indigestível no rúmen e a fração B seria aquela insolúvel, mas potencialmente degradável. Os valores de PDR e PNDR são calculados utilizando as equações: $PDR = A + B [k_d / (k_d + k_p)]$ e $PNDR = B [k_p / (k_d + k_p)] + C$, sendo k_d e k_p a taxa de degradação da fração B e a taxa de passagem, respectivamente. Este modelo simples tem sido largamente utilizado para descrever a degradação ruminal e o escape de proteína do alimento (Ørskov & McDonald, 1979; NRC, 1985; NRC, 2001).

A proteína microbiana oriunda da fermentação ruminal pode suprir de 50% (NRC, 1985; Spicer et al., 1986) a 100% (NRC, 2001) das exigências de proteína metabolizável para bovinos. Claramente, a eficiência da síntese de proteína microbiana constitui um fator crítico para se atender as exigências de proteína de forma mais econômica em bovinos de corte (NRC, 2000).

Além da degradação ruminal, a obtenção do valor protéico do alimento, expresso como aminoácidos verdadeiramente digestíveis no intestino, tem sido abordado nos sistemas de avaliação protéica dos alimentos e envolve a mensuração de diversas características (Verité et al., 1987; AFRC, 1992; Tammimanga et al., 1994; Madsen et al., 1995).

Segundo Van Soest (1994), é desejável que a proteína dietética seja degradada no rúmen e, então, convertida em proteína microbiana, quando essa apresentar baixa qualidade. Entretanto, quando se tratam de fontes protéicas de elevado valor biológico,

deve-se minimizar sua degradação ruminal, de modo que seja em sua maior parte digerida no intestino delgado, evitando possíveis perdas de aminoácidos essenciais no rúmen decorrentes da fermentação.

Durante vários anos foi utilizado o valor fixo de 80% para a digestibilidade intestinal da PNDR. Entretanto, o NRC (2001) recomendou que se utilize o valor de digestibilidade obtido para a PNDR de cada alimento. A ausência dessas informações pode causar erros no balanceamento protéico de dietas para ruminantes, resultando em quantidades inadequadas de proteína metabolizável para o animal.

Para se quantificar a contribuição dos aminoácidos absorvidos no intestino delgado torna-se necessário o desenvolvimento de métodos fáceis e econômicos para se estimar a digestibilidade intestinal dos alimentos (Hvelplund & Weisbjerg, 2000).

A técnica do saco de náilon móvel, utilizando animais fistulados no duodeno, fornece estimativas da digestibilidade total da proteína no trato digestivo, apresentando uma forte correlação com a digestibilidade intestinal do nitrogênio *in vivo* (Hvelplund et al., 1994). Entretanto, custo e a impraticabilidade de se obter e manter animais preparados cirurgicamente, além de pressões de sociedades protetoras dos direitos dos animais, têm levado os nutricionistas a desenvolverem métodos laboratoriais para estimar o desaparecimento da proteína no rúmen e pós-rúmen (Calsamiglia & Stern, 1995 e McNiven et al., 2002). Vários métodos laboratoriais estão sendo utilizados para estimar o desaparecimento ruminal e intestinal dos alimentos, utilizando-se vários procedimentos enzimáticos (Antoniewicz et al., 1992; Calsamiglia & Stern, 1995; McNiven et al., 2002). Estes métodos são de fácil condução e relativamente baratos, comparados com o método *in vivo*. Entretanto, nestes métodos vários fatores podem influenciar a extensão da degradação ruminal da proteína e o desaparecimento intestinal como, a natureza do alimento, o conteúdo de proteína e as frações da proteína (Stern et al., 1994; Merkel et al., 1999; Palmer & Jones, 2000; Mathis et al., 2001).

Dentre os métodos utilizados, ainda há grande controvérsia e variação de resultados, tornando-se imprescindível, portanto, o desenvolvimento de pesquisas que comparem os métodos para se chegar àquele mais próximo do real e que apresente maior praticidade.

Além disso, a obtenção de dados confiáveis a respeito das taxas de degradação e do fracionamento da proteína dos alimentos contribuirá para a atualização do banco de dados nacional (Valadares Filho et al., 2006) relacionado à composição química de alimentos para bovinos, bem como para preencher as lacunas existentes referentes a tais informações.

Diante do exposto, o presente trabalho foi conduzido com os objetivos de:

- Estimar o consumo individual de animais alimentados em grupo, utilizando a LIPE® para estimar a produção fecal, o Cr_2O_3 e o TiO_2 para estimar o consumo de concentrado e a FDNi e FDAi para estimar o consumo de volumoso;
- Avaliar diferenças no desempenho e características de carcaça de animais alimentados individualmente ou em grupo;
- Determinar as exigências nutricionais de proteína, energia e macrominerais para animais Nelore de diferentes classes sexuais;
- Avaliar a predição da composição da carcaça a partir da composição da seção HH, segundo Hankins & Howe (1946), e avaliar a predição da composição química do corpo vazio de macrominerais a partir da composição destes na seção HH;
- Estimar os parâmetros da dinâmica de degradação ruminal da matéria seca e da proteína bruta de vários alimentos; e estimar os valores de digestibilidade intestinal desses por meio de dois métodos.

LITERATURA CITADA

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. **Nutritive requirements of ruminant animals: protein.** AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients: Report nº9. Nutrition Abstracts and Reviews (Series B) 62, p.787-835, 1992.
- ANTONIEWICZ, A. M., VAN VUUREN, A. M., VAN DER KOELEN, C. J., KOSMALA, I. Intestinal digestibility of rumen undegraded protein of formaldehyde-treated feedstuffs measured by mobile bag and in vitro technique. **Animal Feed Science and Technology**. V.39, p.111-124, 1992.
- BERCHIELLI, T.T., OLIVEIRA, S.G., CARRILHO, E.N.V.M., FEITOSA, J.V., LOPES, A.D. Comparação de marcadores para estimativa de produção fecal e fluxo de digesta em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.986-996, 2005.

- CALSAMIGLIA, S., STERN, M. D., A three-steep in vitro procedure for estimating intestinal digestion of protein in ruminants. **Journal of Animal Science**. V.73, p.1459-1465,1995.
- COSTA, M. J. R.P., CHIQUITELLI NETO, M., SIMÃO DA ROSA, M., COSTA E SILVA, E. V. Comportamento e manejo de bovinos para melhorar a eficiência da produção e a qualidade da carne e do couro. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 4., 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p.346-366. 2004.
- CSIRO, Genetic and environment methods of improving the temperament of Bos indicus and crossbred cattle , **Australian Meat Research Comittee**, Final Report, Queensland, 1888.
- CURTIS, S. E. Animal weel-being and animal care. In: PRICE, Edward O. The Vet. Clinics North Am. Philadelphia, **Farm Animal Behavior**, v. 3, n. 2, p. 369-382, 1993.
- CURTIS, K.M.S.; HOLST, P.J.; MURRAY, P.J. Measuring supplement intake in the field using ytterbium as a marker. **Australian Journal of Experimental Agriculture**. v.34, p.339-343, 1994.
- DETTMAN, VALADARES FILHO, S.C., PAULINO, M.F. et al. Avaliação da técnica de indicadores na estimação do consumo de ruminantes em pastejo. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**. n.46, p.40-57, 2004
- FOOT, J.Z.; RUSSELL, J.F. Some nutrition implications of group-feeding hill sheep. **Animal Production**. v.16, p.293-302, 1973.
- FORDYCE, G., BURROW, H. Temperament of Bos indicus bulls and its influence on reproductive efficiency in the tropics. In : WORKSHOP BULL FERTILITY, 1., 1992, Rockhampton, **Proceedings...** Rockhampton: p. 35-37, 1992.
- FREITAS, D. **Suplementação da dieta de novilhos de três grupos genéticos em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu**. Jaboticabal, SP. UNESP, 2005, 85p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2005
- HANKINS, O. G.; HOWE, P. E. Estimation of the composition of beef carcasses and cuts. [T.B.]: United States Department of Agriculture, 1946. p.1-19 (**Technical Bulletin** - USDA, 926).
- HOHENBOKEN, W.D. Behavioral genetics In : PRICE, E.O. (Ed.) Farm animal behavior. The veterinary clinics of North America: **Food animal practice**. Philafelphia, Saunders, 1987, v. 33, n. 2, p. 217-229.
- HVELPLUND, T., HOVELL, F. D. DeB., ORSKOV, E. R., KYLE, D. J., True intestinal digestibility of protein estimated with sheep on intragastric infusion and with the mobile

- nylon bag technique. **Proceedings of the Society of Nutrition Physiology**, 3, 1994, 64.
- HVELPLUND, T.; WEISBJERG, M. R. *In situ* techniques for the estimation of protein degradability and postrumen availability. In: **Forage Evaluation in Ruminant Nutrition**, CAB International, 2000, p. 233-257
- KINCHELOE, J.J. **Variation in supplement intake by grazing beef cows**. M.S. Montana State University, 2004.
- LANNA, D.P.D. **Estimativa da composição química do corpo vazio de tourinhos Nelore através da gravidade específica da carcaça e da composição de corte das costelas**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1988. 131p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, 1988.
- MADSEN, J.; HVELPLUND, T.; WEISBJERG, M. R.; BERTILSSON, J.; OLSSON, I.; SPÖRNDLY, R.; HARSTAD, O. M.; VOLDEN, H.; TUORI, M.; VARVIKKO, T.; HUHTANEN, P.; OLAFSSON, B. L. The Aat/PBV protein evaluation system for ruminants: a revision. **Norwegian Journal of Agricultural Science**, v.19, p. 1-37, 1995.
- MATHIS, C. P., COCHRAN, R. C., VANZANT, E. S., ABDELGADIR, I. E. O., HELDT, J. S., OLSON, K. C., JOHNSON, D. E., CATON, J., FAULKNER, D., HORN, G., PAISLEY, S., MASS, R., MOORE, K., HALGERSON, J., A collaborative study comparing an in situ protocol with single time-point enzyme assays for estimating ruminal protein degradability of different forages. **Animal Feed Science and Technology**. V.93, p.31-42, 2001.
- MCNIVEN, M. A., PRESTLOKKEN, E., MYDLAND, L. T., MITCHELL, A. W., Laboratory procedure to determine protein digestibility of heat-treated feedstuffs for dairy cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v.96, p.1-13, 2002.
- MERKEL, R. C., POND, K. R., BURNS, J. C., FISHER, D. S., Intake, digestibility and nitrogen utilization of three tropical tree legumes 1. As sole feeds compared to *Asystasia intrusa* and *Brachiaria brizanta*. **Animal Feed Science and Technology**, v.82, p. 91-106, 1999.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC, **Ruminant Nitrogen Usage**, Washington, D.C., National Academy Press, 1985.138p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. National Academic Press. Washinton, D.C.: 2001. 381p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: 2000. 242p.

- OLIVEIRA, A.P.; SALIBA, E.O.S., BORGES, I., AROEIRA, L. J. M., GONTIJO NETO, M. M., AMARAL, T. B., Concentração de Óxido Crômico e LIPE® nas fezes de bovinos em pastagens de *Brachiaria Brizantha* utilizadas nas estimativas de consumo In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005. Goiânia. **Anais...**Goiânia, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005 (CD-ROM, Nutrição de ruminantes).
- ØRSKOV, E. R., McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, v.92, p.499-503, 1979.
- OSPINA, H., PRATES, E. R. Efeito de quatro níveis de oferta de feno sobre o consumo de nutrientes digestíveis por bezerros. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.27, n.4, p.809-814, 1998.
- PAIXÃO, M.L. **Uréia em dietas para bovinos em confinamento: desempenho, consumo, digestibilidade, parâmetros ruminais e variação diária na excreção de indicadores.** Viçosa, MG: UFV, 2004. 62p. Dissertação (Mestrado em zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- PALMER, B., JONES, R. J., In Vitro digestión studies using ¹⁴C-labeled polyethylene glycol (PEG): the effect of roughages. **Animal Production**, v.46, p.29-34, 2000.
- PAULINO, P.V.R. **Desempenho, composição corporal e exigências nutricionais de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 159p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2006.
- PAULINO, P.V.R. **Exigências nutricionais e validação da seção HH para predição da composição corporal de zebuínos.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 158p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- PAULINO, P.V.R., COSTA, M.A.L., VALADARES FILHO, S.C., et al. Validação das equações desenvolvidas por hankins e howe para predição da composição da carcaça de zebuínos e desenvolvimento de equações para estimativa da composição corporal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.327-339, 2005.
- QUIN, J. I., VAN DER WATH, J. G., MYBURGH, S., Studies on the alimentary tract of Merino sheep in South Africa. IV. Description of experimental technique. **Onderstepoort Journal of Veterinary Science and Animal Industry**, v.11, p.341-360, 1938.
- SAINZ, R.D., BARIONI, L.G., PAULINO, P.V.R. et al. Growth patterns of Nellore vs. British beef cattle breeds assessed using a dynamic, mechanistic model of cattle growth and composition. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON MODELING NUTRIENT UTILIZATION IN FARM ANIMALS, 6., 2004, Wageningen. **Proceedings...** Wageningen: Wageningen University. 21p, 2004.

- SALIBA E.O.S. Uso de indicadores: passado, presente e futuro. In: TELECONFERÊNCIA SOBRE INDICADORES EM NUTRIÇÃO ANIMAL, 1., 2005, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Escola de Veterinária de Belo Horizonte, 2005, 45p.
- SALIBA E.O.S., RODRIGUES, N.M., PILÓ-VELOSOS, D., GONÇALVES, L.C. Purified lignin extracted from Eucalyptus grandis (PELI), used as an external marker in digestibility trials in various animal species. In: IX WCAP, WVIII Reunião da ALPA, 2003, Porto Alegre, **Proceedings...** Cd-rom.
- SALIBA, E.O.S., RODRIGUEZ, N.M., GONÇALVES, L.C., MORAIS, S.A.L., PILÓ-VELOSO, D. Lignina isolada da palha de milho utilizada como indicador em ensaios de digestibilidade. Estudo Comparativo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.54, n.1, p.52-56, 2002.
- SILVA, F.F.. **Desempenho, características de carcaça, composição corporal e exigências nutricionais (de energia, proteína, aminoácidos e macrominerais) de novilhos Nelore, nas fases de recria e engorda, recebendo diferentes níveis de concentrado e proteína.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 211p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- SPICER, L. A., THEURER, C. B., SORNE, J., LANDIS, K. M., Ruminant and post-ruminant utilization of nitrogen and starch from sorghum grain-, corn- and barley-based diets by beef steers. **Journal of Animal Science**, v.62, p.521-530, 1986.
- STERN, M. D., VARGA, G. A., CLARK, J.H., FIRKINS, J.L., HUBER, J.T., PALMQUIST, D. L., Evaluation of chemical and physical properties of feeds that affect protein metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.2762-2786, 1994.
- TAMMIMGA, S.; VAN STRAALLEN, W. M.; SUBNEL, A. P. J.; MEIJER, R. G. M.; STEG, A.; WEVER, C. J. G.; BLOK, M. G. The Dutch protein evaluation system: the DVE/OEB system. **Livestock Production Science**, v.40, p.139-155, 1994.
- TITGEMEYER, E. C. Design and interpretation of nutrient digestion studies. **Journal of Animal Science**, v.75, p.2235–2247, 1997.
- TITGEMEYER, E. C., ARMENDARIZ, C. K., BINDEL, D. J., GREENWOOD, R. H., LÖEST, C. A., Evaluation of titanium dioxide as a digestibility marker for cattle. **Journal of Animal Science**, v.79, p.1059-1063, 2001
- VALADARES FILHO, S.C.; MORAES, E.H.B.K; et al. Perspectivas do uso de indicadores para estimar o consumo individual de bovinos alimentados em grupo. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 43, 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006
- VALADARES FILHO, S.C., PAULINO, P.V.R., SAINZ, R.D. Desafios metodológicos para determinação das exigências nutricionais de bovinos de corte no Brasil. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p. 291-322, 2005

VAN SOEST, P. J., **Nutritional Ecology of the Ruminant**, 2nd ed. Comstock Publishing Associates, Cornell University Press, Ithaca, NY, 1994, 476p.

VÉRAS, A.S.C. **Consumo, digestibilidade, composição corporal e exigências nutricionais de bovinos Nelore alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 166p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.

VERITÉ, R.; MICHALET-DOREAU, B.; CHAPOUTOT, P.; PEYREAU, J. L.; PONCET, C. Révision du système des protéines digestibles dans l'intestin (PDI). In: **Bulletin Technique n°70**. CRVZ de Theix Ceyrat, França, p.19-34, 1987.

Avaliação de um método para estimar o consumo de volumoso e concentrado de animais alimentados em grupo e digestibilidade de nutrientes e produção de proteína microbiana de animais Nelore de três classes sexuais

Resumo – O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a produção de matéria seca fecal (MSF), obtida por coleta total, ou estimada com o uso de óxido crômico (Cr_2O_3), dióxido de titânio (TiO_2), lignina isolada, purificada e enriquecida de *Eucalyptus grandis* (LIPE®), fibra indigestível em detergente ácido (FDAi) ou neutro (FDNi), em dois períodos de coleta (três ou cinco dias); avaliar o uso de Cr_2O_3 ou TiO_2 para estimar o consumo de concentrado e a FDAi e FDNi para estimar o de volumoso; e determinar o consumo de matéria seca, os coeficientes de digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes e a produção de proteína microbiana em animais Nelore de três classes sexuais. Foram conduzidos dois experimentos, sendo que no primeiro foram utilizadas quatro novilhas mestiças, alimentadas com cana-de-açúcar, corrigida com 1,0% de uréia/sulfato de amônio na base da matéria natural, à vontade, e 1,0 % do peso vivo em concentrado, fornecido separado do volumoso. Utilizou-se delineamento em sub-blocos, em esquema de parcelas sub-sub-divididas, tendo nas sub-parcelas os métodos para estimar a MSF e nas sub-sub-parcelas os dias de coleta. O Cr_2O_3 e o TiO_2 foram administrados diariamente na dose de 10 g/animal, adicionados ao concentrado e a LIPE®, em quantidade de 0,5 g/dia, foi colocada via fístula ruminal. No segundo experimento foram utilizados 18 animais distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x3, sendo dois níveis de oferta de concentrado (1,00

ou 1,25% do peso vivo) e 3 classes sexuais (machos inteiros, machos castrados e fêmeas). As dietas foram isoprotéicas (12,5% de PB) e o volumoso utilizado foi a silagem de milho. A síntese ruminal de compostos nitrogenados foi estimada pela excreção urinária de derivados de purinas. Todos os indicadores estimaram adequadamente a produção de MSF, independentemente do período de coleta, com exceção da FDAi. Não houve diferença ($P>0,05$) entre três e cinco dias para coleta total de fezes. Não houve diferença entre o Cr_2O_3 e o TiO_2 para estimar o consumo individual de concentrado ($P>0,05$). Não houve diferença ($P>0,05$) entre as classes sexuais e o nível de oferta de concentrado para o CMS e as digestibilidades dos nutrientes, com exceção do extrato etéreo. A eficiência microbiana média encontrada foi de 133,42 g de PB microbiana/kg de NDT. Conclui-se que todos os indicadores são eficientes para estimar a produção de matéria seca fecal, excetuando-se a FDAi; que deve-se utilizar três dias para coletas de fezes por ser mais barato e menos trabalhoso; que a escolha entre Cr_2O_3 e o TiO_2 para estimar o consumo individual de concentrado dependerá de suas disponibilidades, preços e da facilidade de análises; e que a FDNi pode ser utilizada para se estimar o consumo individual de volumoso. Concluiu-se também que não houve diferenças para os consumos de matéria seca entre machos inteiros, castrados e fêmeas da raça Nelore, e que a classe sexual não influenciou a produção de proteína microbiana.

Palavras-chave - cromo, eficiência microbiana, titânio, FDNi, FDAi, LIPE®

Method evaluation to estimate the concentrate and roughage intake in animals fed in group and nutrient digestibility and microbial protein production in Nellore cattle of three genders

Abstract – The present work was conducted aiming to evaluate the fecal dry matter production using total fecal collection or estimated by chromic oxide (Cr_2O_3), titanium dioxide (TiO_2), isolated, purified and enriched lignin of *Eucalyptus grandis* (LIPE®), indigestible neutral and acid detergent fiber (NDFi and ADFi, respectively), in two periods of sample collection (3 or 5 days); to evaluate the use of Cr_2O_3 and TiO_2 to estimate the individual intake of concentrate, and the use of NDFi and ADFi to estimate the individual intake of roughage; and to determine the dry matter intake, the digestibilities coefficients of dry matter and of the nutrients and to determine the microbial protein production in Nellore cattle of three genders. Two experiments were done: in the first one, four heifers were fed with sugar cane plus 1,0% of urea/ammonium sulfate on as-fed basis, *ad libitum* and 1,0% of live weight in concentrate, fed separate from roughage. Each animal was considered as sub-block (main plots), in a splitplot design, being the methods to estimate fecal dry matter the sub-plot and the sampling days the sub-sub-plot. The Cr_2O_3 and TiO_2 were mixed in the concentrate, (10 g/animal), and the LIPE® was introduced via cannula (0,5 g/animal). In the second trial, eighteen animals were used, allotted to a complete randomized design, in factorial design 2x3, being two levels of concentrate offer (1,00 and 1,25% of live weight) and three genders (bulls, steers and heifers). The diets had 12,5% CP in the dry matter and the roughage used was corn

silage. The ruminal synthesis of nitrogen compounds was estimated using the purine derivatives. All markers estimated properly the fecal dry matter production, with no effects in the sample period, excepting ADFi. There was not difference between 3 or 5 ($P>0,05$) days of total fecal sampling. There was not difference between Cr_2O_3 and TiO_2 to estimate the individual concentrate intake ($P>0,05$). There was no significant difference ($P>0,05$) between genders and levels of concentrate in dry matter intake and nutrient digestibilities, excepted for ether extract. The average microbial efficiency was 133,42 g of microbial CP/kg of TDN. Therefore, it is recommended to use three days of sample period collection because it's cheaper and less labor intensive. The final decision when choosing between Cr_2O_3 and TiO_2 to estimate concentrate intake has to take in account the availability, its cost and laboratorial analysis. The NDFi can be used to estimate the roughage intake. It can also be concluded that there were not differences in dry matter intake between Nellore bulls, steers and heifers and the gender didn't influence the microbial protein production.

Keywords: ADFi, chromic oxide, microbial efficiency, NDFi, LIPE®, titanium

INTRODUÇÃO

A otimização da produção de bovinos em pastejo é de extrema importância para que se elevem os índices de produtividade no Brasil. Diversas são as alternativas para atingir tal objetivo e a suplementação em pastejo parece ser, atualmente, uma das mais utilizadas e eficientes, uma vez que propicia maior aporte de nutrientes necessários para o atendimento dos requisitos de manutenção e produção dos animais (Paulino et al., 2001).

Entretanto, experimentos com animais suplementados a pasto, geralmente, calculam o consumo individual de suplemento dividindo o consumo total pelo número de animais no lote, ou seja, considera somente a média geral do consumo de suplemento. Esse tipo de método, portanto, desconsidera a variação individual de consumo dentro do lote e considera apenas a variação entre lotes. Sem informações sobre o consumo individual de suplemento, os resultados obtidos tornam-se de difícil interpretação e impossibilita a avaliação da eficiência alimentar.

Uma alternativa para se conhecer o consumo individual em animais mantidos em grupo é o uso de cochos eletrônicos do tipo “*calan-gates*” ou “*grow-safe*”, nos quais os animais são alimentados individualmente por intermédio de colares ou brincos eletrônicos, afixados no corpo do animal. Porém, esses sistemas são muito caros, de durabilidade duvidosa e de serviço de manutenção precária.

Por outro lado, o uso de indicadores para estimar o consumo individual de concentrado de animais alimentados em grupo, assim como de volumoso, parece uma alternativa de grande utilidade prática. Para isso, faz-se necessário o uso de indicadores externos para estimar a produção fecal e o consumo de concentrado e de um terceiro indicador, agora interno, para estimar o consumo de volumoso.

A LIPE® (lignina isolada, purificada, e enriquecida do *Eucalyptus grandis*) foi primeiramente apresentada como indicador externo por Saliba & Araújo (2005) e aparece como opção para estimar a produção fecal e a digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, sendo já avaliada como indicador para ovinos (Saliba et al., 2003) e bovinos (Oliveira et al., 2004).

Dentre os possíveis indicadores externos existentes para estimação do consumo de concentrado, o óxido crômico (Cr_2O_3) tem sido o mais empregado, principalmente

para estimação da produção fecal, devido à sua facilidade de incorporação às dietas, ao seu custo relativamente baixo e à simplicidade de sua análise (Valadares Filho et al., 2006). Entretanto, segundo Titgemeyer et al. (2001), o dióxido de titânio (TiO_2) surge como alternativa ao cromo como indicador em estudos de digestão, uma vez que o cromo não é aprovado pela Food And Drug Administration como aditivo alimentar por ser produto cancerígeno. Para estimar o consumo de volumoso, faz-se necessário o uso de indicadores internos, presentes em grandes quantidades no volumoso e em pequenas quantidades no suplemento. A fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) e a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) são alternativas largamente utilizadas como indicadores.

Para a estimação das exigências nutricionais dos animais é necessário conhecer o consumo de proteína e energia metabolizável sendo, portanto, imprescindível determinar as digestibilidades dos nutrientes da dieta com precisão bem como sua excreção urinária. Além disso, a síntese de proteína microbiana no rúmen deve ser conhecida, pois é capaz de atender de 60 a 85% das exigências para manutenção, crescimento, gestação e lactação em ruminantes (Timmermans Jr. et al., 2000). Uma dieta formulada para máxima fermentação ruminal pode aumentar o consumo de matéria seca (MS), além de permitir o uso eficiente da proteína degradável no rúmen.

A partir das digestibilidades dos nutrientes, pode-se calcular os teores de energia digestível e metabolizável da dieta, que serão usados, posteriormente, para calcular as exigências nutricionais de energia para manutenção, juntamente com as informações relativas à energia retida no corpo.

Assim, esse trabalho foi conduzido com os seguintes objetivos:

- Avaliar a produção de matéria seca fecal, obtida pela coleta total ou estimada a partir do uso de Cr_2O_3 , TiO_2 , LIPE®, FDAi e FDNi, em dois períodos de coleta (3 ou 5 dias);
- Avaliar o uso de Cr_2O_3 ou TiO_2 para estimar o consumo individual de concentrado e da FDAi e FDNi para estimar o de volumoso.
- Estimar o consumo de matéria seca, os coeficientes de digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes e a produção de proteína microbiana em animais Nelore de três classes sexuais.

MATERIAL E MÉTODOS

Experimento I:

O experimento foi conduzido no Laboratório de Animais do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa – MG, sendo a fase de campo realizada de 09/11/2005 a 24/11/2005. A cidade de Viçosa está localizada na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais e tem como coordenadas geográficas de posição 20°45'20" de latitude sul e 45°52'40" de longitude oeste e altitude de 657m.

Foram utilizadas quatro novilhas mestiças, fistuladas no rúmen. Os animais foram pesados no início e no final do experimento, apresentando peso vivo médio de 181,50 kg, sendo mantidos em confinamento tipo *tie stall*, em baias cobertas de 3 x 3 m, com piso de concreto revestido de borracha, e providas de comedouro e bebedouro individuais.

Os animais foram alimentados à vontade uma vez ao dia com cana, adicionada de 1,0% da mistura uréia:sulfato de amônio (9:1), e 1,0% do peso vivo em concentrado, sendo ambos fornecidos em cochos separados e seu consumo mensurado diariamente. As sobras de volumoso foram reguladas para ficar entre 5 e 10% da matéria seca fornecida. No momento da alimentação, durante o período de coletas, foram realizadas amostragens dos alimentos e das sobras que foram acondicionadas em sacos plásticos e congeladas (-20° C) para posteriores análises laboratoriais.

A relação volumoso:concentrado média oferecida, obtida ao longo do experimento, foi de 66:34%, com base na matéria seca total. A proporção dos alimentos no concentrado e na dieta está presente na Tabela 1.

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes no concentrado e na dieta experimental oferecida, na base da matéria seca total

Ingredientes	Concentrado	Dieta
Cana-de-açúcar in Natura	-	66,42
Farelo de Soja	14,16	4,96
Milho moído	82,93	29,02
Calcário	0,93	0,33
Mistura Mineral ¹	1,98	0,69
Uréia/Sulfato de Amônio	-	0,85

¹ – Composição: 24,0% de Ca; 17,4% de P; 100,0 ppm de Co; 1.250,0 ppm de Cu; 1.795,0 ppm de Fe; 2.000,0 ppm de Mn; 15,0 ppm de Se; 5.270,0 ppm de Zn; 90,0 ppm de I.

O período experimental teve a duração de 15 dias, sendo 10 de adaptação e 5 de coletas.

As coletas totais de fezes foram realizadas durante cinco dias consecutivos. Ao final de cada dia de coleta, as fezes recolhidas foram pesadas, homogeneizadas, e uma amostra representativa da excreção diária foi retirada e armazenada.

Amostras de fezes e sobras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada, a 60°C por 72 h, processadas em moinhos de facas (1 mm), sendo acondicionadas em recipientes de plástico e submetidas às análises. A partir das amostras diárias de fezes foram elaboradas amostras compostas de fezes relativas a 3 e 5 dias de coleta, proporcionais à excreção diária da matéria pré-seca fecal.

Para estimar a produção fecal foi utilizada como indicador a LIPE® (lignina isolada, purificada e enriquecida do *Eucalyptus grandis*), fornecida a partir do sétimo dia do período experimental, sendo infundida diariamente uma cápsula contendo 0,5 g da LIPE® diretamente no rúmen. Para estimar o consumo de concentrado foram utilizados dois indicadores: óxido crômico (Cr₂O₃) e dióxido de titânio (TiO₂), sendo fornecidos a partir do sexto dia do período experimental até o último dia de coleta, na quantidade de 10 g cada, por animal, misturados ao concentrado.

Cerca de 15 g das amostras compostas de fezes foram enviadas à Universidade Federal de Minas Gerais para a estimação da produção de matéria seca fecal a partir de dois métodos de leitura da LIPE® conforme descrito por Saliba & Araújo (2005).

Nas amostras de alimentos, sobras e fezes foram quantificados os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), nitrogênio (N) total e extrato etéreo (EE) segundo Silva & Queiroz (2002). O teor de proteína bruta (PB) foi obtido a partir do

produto do N total pelo fator 6,25. Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) foram obtidos de acordo com os protocolos descritos por Van Soest et al. (1991) e Licitra et al. (1996), respectivamente. A fibra em detergente ácido, a lignina em ácido sulfúrico 72% e a sílica, foram obtidos segundo Van Soest & Robertson (1980).

Os carboidratos não-fibrosos (CNF) foram calculados como proposto por Hall (2000), sendo $CNF = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ derivado da uréia} + \% \text{ de uréia}) + \%FDNcp + \%EE + \%cinzas]$, sendo FDNcp o teor de fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína.

A composição química dos alimentos é apresentada na Tabela 2, e do concentrado e da dieta na Tabela 3.

Tabela 2 – Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigida (FDNcp), ou não (FDN), para cinzas e proteína, carboidratos não fibrosos corrigidos (CNFcp), ou não (CNF), para cinzas e proteína, fibra em detergente ácido (FDA), lignina, sílica, fibras indigestíveis em detergente neutro (FDNi) e ácido (FDAi) dos ingredientes utilizados na ração experimental

Itens	Cana-de-açúcar	Farelo de Soja	Milho moído
MS (%)	30,32	88,65	85,14
MO ¹	97,22	94,03	98,94
PB ¹	1,95	49,14	8,17
PIDN ²	34,29	6,10	21,25
EE ¹	3,23	1,25	2,56
FDN ¹	44,57	18,93	18,44
FDNcp ¹	39,57	15,84	16,33
CNF ¹	47,48	24,71	69,77
CNFcp ¹	52,48	27,80	71,88
FDA ¹	26,57	11,52	2,57
Lignina ¹	4,65	0,50	0,58
Sílica ¹	0,87	0,00	0,17
FDNi	22,50	2,41	1,70
FDAi ¹	17,07	0,86	0,72

¹ - % na MS; ² - % da PB.

Tabela 3 – Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não-fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) e fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) no concentrado e na dieta experimental, com base na matéria seca

Itens	Concentrado	Dieta experimental
MS (%)	86,06	53,22
MO	95,37	96,57
PB	13,74	11,28
EE	2,30	2,90
FDNcp	15,78	31,24
CNF	63,55	52,22
FDNi	2,15	15,38
FDAi	0,90	11,41

As análises de cromo nas amostras de fezes foram realizadas de acordo com a técnica descrita por Kimura & Muller (1967), utilizando digestão nitroperclórica, e absorção atômica. As análises de dióxido de titânio foram feitas segundo Myers et al. (2004).

A fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) e fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) foram quantificadas nas amostras de alimentos, fezes e sobras por incubação ruminal por 144 horas de 0,5g de amostra, que posteriormente foram lavados em água corrente até a completa retirada dos resíduos ruminais. Utilizou-se o sistema ANKOM para as avaliações de FDN, FDA, FDNi e FDAi, com modificação do saco utilizado (5,0 x 5,0 cm), que foi confeccionado utilizando-se tecido TNT (100 g/m²). Alpha-amilase estável ao calor foi empregada nas análises de FDN. As análises de FDN foram feitas incluindo as correções para cinzas e proteína sugeridas por Mertens (2002).

A produção de MSF foi obtida, para os indicadores internos e para o Cr₂O₃, TiO₂ e LIPE®, dividindo-se o consumo do indicador pela sua concentração nas fezes.

O consumo de concentrado foi estimado dividindo-se a excreção do Cr₂O₃ ou TiO₂ pela concentração dos mesmos no concentrado. O consumo de volumoso foi estimado dividindo-se a excreção do indicador interno referente ao volumoso (excreção total do indicador interno menos a fração proveniente do concentrado) pela concentração do indicador interno no volumoso.

Para a interpretação estatística dos dados considerou-se cada animal como sub-bloco (parcelas principais), utilizando-se esquema de parcelas sub-sub-divididas, tendo nas sub-parcelas os métodos para estimar a produção de matéria seca fecal e nas sub-sub-parcelas os dias de coleta, segundo modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + M_i + e_{ij} + D_k + MD_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

Sendo μ uma constante associada à variável resposta, A_i o efeito de animal, M_i o método para estimar a produção de matéria seca fecal, D_i os dias de coleta, e_{ij} o efeito residual de sub-parcelas e ε_{ijk} o erro aleatório experimental.

Para as demais comparações utilizou-se o intervalo de confiança. Para todas as avaliações utilizou-se 5% como nível crítico para o erro tipo I e para comparações entre médias foi utilizado o teste de Tukey. Todas análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas – SAEG (UFV, 1998).

Experimento II:

O experimento foi realizado no Laboratório de Animais do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa-MG, sendo a fase de campo realizada em agosto de 2005. A cidade de Viçosa está localizada na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais e tem como coordenadas geográficas de posição 20°45'20" de latitude sul e 45°52'40" de longitude oeste e altitude de 657m.

Dezoito animais da raça Nelore, com peso vivo médio de 285,6 kg para machos inteiros, 293,2 kg para machos castrados e 252,8 kg para fêmeas, foram mantidos em sistema *Tie Stall*, em baias individuais, providas de cocho e bebedouro. Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x3, sendo dois níveis de oferta de concentrado (1,00 e 1,25% do peso vivo em concentrado), e três classes sexuais (machos castrados, machos inteiros e fêmeas), com três repetições.

As dietas foram isoprotéicas (12,5% de PB), para as duas ofertas de concentrado: 1,00% (dieta 1) ou 1,25% (dieta 2) do peso vivo. O volumoso foi constituído de silagem de milho, fornecida à vontade, e os concentrados foram formulados à base de milho moído, farelo de soja, uréia/sulfato de amônio e minerais. As sobras foram reguladas

para ficar entre 5 e 10% da matéria seca total fornecida. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 7:30h e 16:00h.

A relação volumoso:concentrado oferecida foi, em média, 69:31 e 61:39 para as dietas 1 e 2, respectivamente, na base da matéria seca. A proporção dos ingredientes nos concentrados e nas dietas está presente na Tabela 4, e a composição química da silagem de milho e das dietas oferecidas na Tabela 5.

Tabela 4 – Proporção dos ingredientes nas dietas experimentais (dieta 1 = 1,00% do PV em concentrado; e dieta 2 = 1,25% do PV em concentrado), com base da matéria seca

Ingredientes	Concentrado (1,00% do PV)	Dieta 1	Concentrado (1,25% do PV)	Dieta 2
Silagem de Milho	-	69,03	-	60,93
Farelo de Soja	18,98	5,88	10,88	4,25
Milho moído	74,18	22,97	83,41	32,59
Calcário	0,96	0,30	1,08	0,42
Mistura Mineral ¹	1,35	0,42	0,90	0,35
Uréia	2,60	0,81	2,09	0,82
Sulfato de Amônio	0,42	0,13	0,40	0,16
Sal	1,50	0,46	1,24	0,48

¹ – Composição: 24,0% de Ca; 17,4% de P, 100,0 ppm de Co; 1.250,0 ppm de Cu; 1.795,0 ppm de Fe; 2.000,0 ppm de Mn; 15,0 ppm de Se; 5.270,0 ppm de Zn; 90,0 ppm de I.

Tabela 5 – Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não-fibrosos (CNFcp), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) e fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), da silagem de milho, dos concentrados e das dietas oferecidas, na base da matéria seca e teor de nutrientes digestíveis totais das dietas (NDT).

Itens	Silagem de Milho ¹	Dieta 1	Concentrado (1,00% do PV)	Dieta 2	Concentrado (1,25% do PV)
MS	26,53	44,88	85,78	49,77	86,01
MO	92,25	92,88	94,27	93,42	95,25
PB	5,75	11,00	22,71	10,55	18,03
EE	2,51	2,32	1,90	2,42	2,27
FDNcp	52,62	41,01	15,12	38,06	15,34
CNFcp	31,37	40,00	59,26	43,88	63,38
FDNi	23,26	16,71	2,11	14,86	1,77
FDAi	13,46	9,70	1,32	8,54	0,86
NDT	-	72,15	-	72,28	-

¹ – PIDA/PB = 20,76 (% na PB); FDN = 56,43; CNF = 27,56; FDA = 34,18; Lignina = 4,18; Sílica = 2,77; FDNi = 23,26; FDAi = 13,46 (% na MS).

O consumo foi registrado diariamente e, no período da manhã, foram realizadas amostragens diárias da silagem fornecida e das sobras, que foram acondicionadas em sacos plásticos e congeladas a -20°C para posteriores análises laboratoriais. Os ingredientes das rações foram amostrados diretamente na fábrica de ração da Universidade Federal de Viçosa durante o processo de fabricação das mesmas.

O período experimental teve duração de 15 dias, sendo 10 de adaptação e 5 de coletas. A coleta total de fezes foi feita diretamente no piso da baia, logo após defecação, durante cinco dias consecutivos, com acompanhamento permanente durante as 24 horas do dia. Após completado cada período de 24 horas, as fezes foram pesadas e amostradas. As amostras diárias foram pesadas, colocadas em bandejas de metal e levadas em estufa à 60° C por 72h para ser obter a matéria pré-seca.

Após a pré-secagem das fezes, as amostras foram pesadas e moídas em moinho de faca (1 mm), sendo, posteriormente, acondicionadas em recipientes plásticos para posteriores análises. A partir das amostras diárias de fezes foi elaborada amostra composta proporcional à excreção diária com base na matéria seca ao ar.

No 15º dia experimental, quatro horas após o fornecimento da ração, foi efetuada uma coleta de sangue via punção da veia jugular, utilizando-se tubos de ensaio contendo gel separador e acelerador de coagulação. Todas as amostras foram imediatamente centrifugadas a 4000 rpm por 20 minutos para separação do soro, que foi, posteriormente, acondicionado em tubos de penicilina e armazenado a -20º C.

Concomitantemente à coleta de sangue foi realizada coleta “spot” de urina. A amostra de 10 mL da urina foi diluída com 40 mL de ácido sulfúrico (0,036 N) para evitar a destruição bacteriana dos derivados de purina e precipitação do ácido úrico. Devidamente identificadas, as amostras foram armazenadas a -20º C para posteriores análises. Também foram armazenadas amostras de urina sem diluir para a realização das análises de creatinina e uréia.

As análises laboratoriais foram conduzidas conforme descrito no experimento I.

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados por: $NDT = \%PB_{digestível} + \%FDN_{cp,digestível} + \%CNF_{cp,digestível} + 2,25 * \%EE_{digestível}$.

O nitrogênio urinário foi obtido pelo método Kjeldahl.

A creatinina foi quantificada na urina, sem diluição, pelo sistema colorimétrico com reação de ponto final, utilizando picrato e acidificante (kit comercial Lab Test). O volume urinário foi obtido multiplicando-se o peso de cada animal por 27,1 mg de creatinina/kg de peso vivo (Barbosa, 2005) e posteriormente dividindo-se este valor pela concentração de creatinina na amostra *spot* de urina.

Nas amostras de urina diluída foi realizada a análise de alantoína pelo método colorimétrico, conforme técnica de Fujihara et al. (1987), descrita por Chen e Gomes (1992). A análise de ácido úrico também foi realizada na urina diluída, segundo o método enzimático-Trinder (kit comercial Lab Test).

A excreção de derivados de purinas (DP) na urina em 24 horas foi calculada multiplicando-se o volume urinário estimado pela concentração dos DP na amostra de urina.

A quantificação da uréia na urina e no soro foi realizada segundo o método diacetil modificado (kit comercial Lab Test). A concentração de N uréia no soro (NUS) foi obtida por meio do produto da concentração da uréia multiplicada por 0,466, que corresponde ao teor de N na uréia.

As purinas microbianas absorvidas (P_{abs} , mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção dos derivados de purinas na urina (DP , mmol/dia), por intermédio da equação:

$$P_{abs} = \frac{DP - 0,385PV^{0,75}}{0,85},$$

em que 0,85 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados urinários de purinas e $0,385 \cdot PV^{0,75}$, a contribuição endógena na excreção urinária de purinas (Verbic et al., 1990).

O fluxo intestinal de compostos nitrogenados microbianos (N_{mic} , g/N/dia) foi calculado em função das purinas microbianas absorvidas (P_{abs} , mmol/dia), utilizando-se a equação

$$N_{mic} = \frac{70 * P_{abs}}{0,83 * 0,116 * 1000}$$

em que 70 representa o conteúdo de N nas purinas (mg N/mmol), 0,83 a digestibilidade das purinas microbianas e 0,116 a relação N purina: N total dos microrganismos ruminais (Chen & Gomes, 1992).

A eficiência microbiana foi obtida dividindo-se a produção microbiana (g PB/dia) pelo consumo de NDT, em kg/dia.

Os dados foram analisados segundo um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 2, sendo três grupos sexuais e 2 níveis de oferta concentrado, por intermédio de análise de variância. Quando observada significância, foi utilizado o teste de Tukey para comparação das médias. Todos os testes foram realizados considerando-se nível de 5% de probabilidade máxima para o erro tipo I. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas – SAEG (UFV, 1998).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento I

Na Tabela 6 estão apresentadas a média de produção MSF obtida pela coleta total e as médias de produção fecal estimadas por meio de cinco indicadores e dois tempos de coleta (3 e 5 dias). A produção de MSF diferiu ($P < 0,05$) apenas para a FDAi,

demonstrando que os demais indicadores foram igualmente eficientes, ao contrário da FDAi, para estimar a produção fecal. A FDAi é um indicador largamente utilizado, sendo observados resultados que indicam sua recuperação completa nas fezes (Berchielli et al., 2000; Paixão, 2004). A explicação para este resultados talvez seja que o tempo de 144 horas não tenha sido suficiente para estimar adequadamente a FDAi. Casali (2007) recomendou que as frações indigestíveis da FDN e FDA deveriam ser obtidas em tempo de, no mínimo, 240 e 264 horas de incubação, respectivamente, uma vez que tempos inferiores resultaram em valores inadequados dessas frações para alguns alimentos. Portanto, provavelmente o valor da FDAi, principalmente da cana-de-açúcar, está superestimado, e, conseqüentemente, a produção fecal também.

Não houve efeito ($P>0,05$) da duração do período de coleta de fezes (3 ou 5 dias) sobre a MSF, cujas médias da coleta total foram 0,996 e 0,963 kg, respectivamente (Tabela 6). Barbosa (2005) demonstrou que mesmo um dia de coleta foi suficiente para estimar corretamente a produção fecal, porém quanto maior o período de coleta, maior a precisão das estimativas. Neste experimento observou-se, porém, que a maioria dos desvios obtidos em 3 dias de coleta foram menores que para os cinco dias de coleta (Tabela 6).

Tabela 6 – Produção fecal média obtida por meio da coleta total, LIPE®, óxido crômico (Cr₂O₃), dióxido de titânio (TiO₂), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) e fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), para três e cinco dias de coleta (3D e 5D, respectivamente)

Indicador		Produção Fecal Média	Desvios	N
Coleta Total	Média	0,979 ^a	0,099	8
	3D	0,996 ^a	0,123	4
	5D	0,963 ^a	0,084	4
LIPE®	Média	1,025 ^a	0,095	8
	3D	1,031 ^a	0,072	4
	5D	1,019 ^a	0,125	4
Cr ₂ O ₃	Média	1,059 ^a	0,143	8
	3D	1,062 ^a	0,142	4
	5D	1,057 ^a	0,167	4
TiO ₂	Média	0,979 ^a	0,107	8
	3D	0,988 ^a	0,111	4
	5D	0,970 ^a	0,119	4
FDNi	Média	1,002 ^a	0,097	8
	3D	1,016 ^a	0,045	4
	5D	0,988 ^a	0,138	4
FDAi	Média	1,259 ^B	0,117	8
	3D	1,279 ^a	0,055	4
	5D	1,239 ^a	0,167	4

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na coluna comparam dias de coleta para cada indicador, pelo teste F (P>0,05), e médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna comparam indicadores, pelo teste tukey (P<0,05).

Quando comparadas as técnicas de leitura da LIPE®, observou-se estimativa de 1,031 kg de excreção de MSF para o LIPE® (IV, 3 dias), 1,019 kg para o LIPE® (IV, 5 dias), 1,017 kg para o LIPE® (NIRS, 3 dias) e 1,102 kg para o LIPE® (NIRS, 5 dias) (Tabela 7). Ambas as técnicas foram eficientes em estimar a MSF, porém a espectroscopia no infravermelho foi a que estimou com maior precisão, devido aos seus menores desvio-padrão e intervalo de confiança (Tabela 7). Esses resultados são compatíveis aos encontrados por Oliveira et al. (2005), em que tanto a LIPE® como o Cr₂O₃, estimaram satisfatoriamente a produção de MSF e o coeficiente de digestibilidade da matéria seca em animais mantidos em pasto de *Brachiaria brizantha*.

Tabela 7 – Média, desvio-padrão e intervalo de confiança para a estimativa da produção de matéria seca fecal obtida por coleta total, LIPE® lida pela espectroscopia no infra-vermelho (LIPE IV) e pela espectroscopia de reflectância no infravermelho proximal (LIPE NIRS), em 3 e 5 dias de coleta

Período	Método	Média	Desvio-padrão	Intervalo de Confiança	
				Limite inferior	Limite superior
3 DIAS	Coleta Total	0,996	0,123	0,800	1,191
	LIPE IV	1,031	0,072	0,916	1,146
	LIPE NIRS	1,017	0,152	0,775	1,258
5 DIAS	Coleta Total	0,963	0,084	0,829	1,098
	LIPE IV	1,019	0,125	0,819	1,218
	LIPE NIRS	1,102	0,319	0,595	1,609

A partir dos resultados encontrados, a LIPE® lida pela espectroscopia em três dias de coleta (IV, 3 dias) foi utilizada para a comparação entre os indicadores para estimar os consumos de concentrado e volumoso, sendo também utilizados os dados da coleta total a fim de se comparar com os dados estimados pelos indicadores.

A estimativa de consumo de concentrado obtida pelo uso de Cr_2O_3 , e utilizando a produção de MSF observada pela coleta total foi de 1,655 kg enquanto pela LIPE® foi de 1,740 kg (Tabela 8), não diferindo entre si ($P>0,05$). As estimativas obtidas com o TiO_2 foram de 1,682 e 1,766 kg, para a coleta total e LIPE®, respectivamente. Observou-se que tanto o óxido crômico quanto o dióxido de titânio foram eficientes em estimar o consumo de concentrado, cujo valor observado médio foi de 1,697 kg, utilizando tanto a MSF obtida pela coleta total como a estimada pela LIPE®, (Tabela 8). Naturalmente houve maior desvio-padrão para os dados obtidos pela LIPE®, pois ocorre, nesse caso, acumulação dos erros devido à estimação da produção de MSF.

Tabela 8 – Estimativas de consumo de concentrado pelo óxido crômico (Cr_2O_3) e dióxido de titânio (TiO_2) e de consumo de volumoso pela fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), utilizando a coleta total e a LIPE® para estimar a produção de matéria seca fecal, por meio do intervalo de confiança

Consumo de Concentrado	Cr_2O_3		TiO_2	
	Coleta Total	LIPE®	Coleta Total	LIPE®
Valor médio observado	1,697			
Média	1,655	1,740	1,682	1,766
S	0,497	0,600	0,484	0,583
Limite Inferior	0,864	0,785	0,912	0,838
Limite Superior	2,445	2,694	2,451	2,694
Consumo de Volumoso estimado pelo FDNi	Cr_2O_3^1		TiO_2^2	
	Coleta Total	LIPE®	Coleta Total	LIPE®
Valor médio observado	2,225			
Média	1,913	1,980	1,911	1,977
S	0,489	0,394	0,486	0,392
Limite Inferior	1,135	1,353	1,137	1,354
Limite Superior	2,691	2,607	2,684	2,600

1. Consumo de concentrado estimado pelo Cr_2O_3

2. Consumo de concentrado estimado pelo TiO_2

Para a estimação do consumo de volumoso foi utilizada apenas a FDNi, pois a FDAi não reproduziu corretamente a produção de matéria seca fecal, portanto, não tendo recuperação completa nesse experimento. O cálculo do consumo de volumoso foi feito descontando-se da excreção fecal total de FDNi o montante de FDNi excretado referente ao concentrado, com base na estimativa do consumo de concentrado obtida tanto pelo Cr_2O_3 quanto pelo TiO_2 . Também foram feitas estimativas usando a excreção fecal real ou a estimada pela LIPE®. Os dados estimados utilizando-se LIPE® representariam uma simulação do que poderia ser feito com animais em pastejo.

A média de consumo de volumoso observada no ensaio foi de 2,225 kg de matéria seca, a estimada pelo Cr_2O_3 utilizando a coleta total foi de 1,913 kg e a LIPE® de 1,980 kg. Já para o TiO_2 foram de 1,911 e 1,977 kg, para coleta total e LIPE®, respectivamente. Nenhuma das estimativas diferiu estatisticamente do valor observado ($P>0,05$), como pode ser observado pela análise do intervalo de confiança.

Experimento II

Não foi observada diferença estatística ($P>0,05$) para a interação nível de oferta de concentrado x classe sexual em nenhuma das variáveis estudadas, sendo os fatores, portanto, analisados de forma independente. Também não houve diferença significativa ($P>0,05$) para os níveis de concentrado em nenhuma das variáveis estudadas no experimento II, com exceção do coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo e do balanço de compostos nitrogenados, provavelmente devido à proximidade entre os níveis de oferta de concentrado.

Na Tabela 9 estão apresentados os resultados para consumo de matéria seca, consumo de matéria seca em função do peso vivo e consumo de NDT para as três classes sexuais avaliadas. Não houve diferença significativa para o consumo de matéria seca entre as classes sexuais ($P>0,05$), independentemente da sua forma de expressão (kg/dia, %PV, kg/PV^{0,75}). Esse resultado difere de alguns dados da literatura que mostram ser o consumo de matéria seca de machos inteiros superior ao de fêmeas (Paulino et al., 2005). A média do consumo de matéria seca em função de peso vivo foi igual a 2,53%, superior à encontrada por Paulino et al. (2005), que também não encontraram diferença entre machos inteiros, castrados e fêmeas. Possivelmente, tal diferença seja consequência do fato de o consumo de MS em função do peso vivo ser maior para animais mais jovens, leves e de maior desempenho (Valadares Filho et al., 2006), pois o peso médio dos animais usados por Paulino et al. (2005) foi de 326 kg e seu GMD médio de 0,72 kg/dia, enquanto que neste presente trabalho foi de 277 kg e 1,17 kg/dia, respectivamente. Também não houve diferença para o consumo de nutrientes digestíveis totais ($P>0,05$), sendo a média igual a 4,92 kg.

Não houve diferença significativa ($P>0,05$) para os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro e carboidratos não-fibrosos entre as classes sexuais (Tabela 9). Esses resultados podem ser considerados coerentes com o princípio de que o coeficiente de digestibilidade é uma característica inerente ao alimento e não deveria variar entre classes sexuais. Houve diferença significativa para o coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo (CDEE) entre as classes sexuais. As fêmeas tiveram o CDEE de 76,06%, que foi superior ($P<0,05$) ao

dos machos castrados, mas não diferiu de machos inteiros, 68,98% ($P>0,05$), que por sua vez não foi diferente de machos castrados, 64,52%. Os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes encontrados estão dentro da faixa de valores observados em trabalhos nacionais (Véras et al., 2000; Silva et al., 2005; Pereira et al., 2006) utilizando bovinos de corte alimentados com volumosos tropicais e diferentes níveis de concentrado na dieta.

Tabela 9 – Médias obtidas para os consumos de matéria seca (CMS), matéria seca em função do peso vivo e de NDT e para os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDNcp) e carboidratos não-fibrosos (CNFcp), de bovinos Nelore de três classes sexuais (CS), alimentados com dois níveis de oferta de concentrado (NC) na dieta

Itens	Classe Sexual			Nível de concentrado		Valor P		
	Machos Inteiros	Machos Castrados	Fêmeas	1,00% do PV	1,25% do PV	CS	NC	INT
CMS, kg/dia	7,08a	7,27a	6,16a	6,87a	6,81a	0,07	0,87	0,72
CMS, %PV	2,54a	2,58a	2,48a	2,56a	2,51a	0,69	0,65	0,72
CNDT, kg/dia	5,02a	5,19a	4,55a	4,92a	4,92a	0,06	0,98	0,60
Coeficientes de Digestibilidade								
MS	64,26a	63,43a	64,01a	63,54a	64,25a	0,56	0,28	0,12
MO	65,52a	67,61a	65,62a	65,66a	66,85a	0,36	0,37	0,76
EE	68,98ab	64,52b	75,73a	73,75a	65,85b	0,01	0,01	0,25
PB	59,40a	59,41a	60,18a	60,80a	58,53a	0,85	0,09	0,21
FDNcp	48,76a	49,78a	48,06a	48,93a	48,80a	0,48	0,91	0,78
CNFcp	89,41a	89,14a	90,14a	90,27a	88,86a	0,72	0,20	0,21

Média seguidas de letras iguais na linha não diferem significativamente pelo teste F ($P>0,05$). Média seguidas de letras diferentes na linha diferem significativamente pelo Tukey ($P<0,05$).

Na Tabela 10 estão apresentadas as médias de excreção urinária (V), uréica (U), protéica de origem urinária (EUPB), alantoína (ALA), ácido úrico (ACU), purinas totais (PT), estimativas da síntese diária de compostos nitrogenados microbianos (Nmic), produção de proteína bruta microbiana (PBmic), eficiência microbiana (Emic), concentrações de compostos nitrogenados uréicos no soro (NUS) e balanço de compostos nitrogenados (BN) para as três classes sexuais.

Tabela 10 – Médias de estimativas da excreção de uréia, excreção urinária de proteína bruta (EUPB), de alantoína (ALA), de ácido úrico (ACU) e de purinas totais (PT); síntese diária de compostos nitrogenados microbianos (Nmic) e de proteína bruta microbiana (PBmic), eficiência microbiana (Emic), concentrações de compostos nitrogenados uréicos no soro (NUS) e balanço de compostos nitrogenados (BN) de animais Nelore de três classes sexuais.

Item	Classe Sexual			Nível de concentrado		Valor P		
	Machos Inteiros	Machos Castrados	Fêmeas	1,00% do PV	1,25% do PV	CS	NC	INT
Uréia (mg/kgPV)	258,97b	384,33a	233,15b	283,38	292,36	0,00	0,98	0,52
EUPB (g/dia)	61,84ab	78,88a	53,98b	67,89	61,37	0,01	0,16	0,87
ALA (mmol/dia)	143,46ab	157,92a	127,48b	142,82	141,34	0,04	0,67	0,83
ACU (mmol/dia)	11,18	9,04	9,16	9,39	10,05	0,50	0,70	0,67
PT (mmol/dia)	154,65	166,97	136,65	152,21	151,39	0,06	0,76	0,78
Nmic (g/dia)	109,08	119,42	96,01	107,85	107,07	0,08	0,76	0,79
PBmic (g/dia)	681,73	746,38	600,07	674,06	669,17	0,08	0,76	0,79
Emic (gPB/kgNDT)	130,02	145,17	130,98	134,44	135,64	0,26	0,90	0,71
NUS (mg/dL)	11,97	13,86	12,46	12,13	13,22	0,35	0,19	0,16
BN (g/dia)	390,08a	367,81ab	324,49b	387,74 ^a	335,80b	0,04	0,02	0,97

Média seguidas de letras diferentes na linha diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P<0,05$) dentro do fator.

Não houve diferença ($P>0,05$) para ACU e PT entre as classes sexuais, conseqüentemente o Nmic, a PBmic e a Emic também não foram influenciadas. O valor médio encontrado para a Emic, 133,42 g de PB microbiana/kg de NDT, está de acordo com aquele sugerido pelo NRC (2001) de 130 g de PB microbiana/kg de NDT. A porcentagem média de alantoína excretada foi de 93,5% e de ácido úrico foi de 6,5%, valores esses diferentes daqueles sugeridos por Chen e Gomes (1992) para ovinos, de 60 a 80% para alantoína e de 10 a 20% de ácido úrico. A excreção diária de uréia e de proteína bruta foram maiores ($P<0,05$) para os machos castrados em relação às fêmeas, não diferindo significativamente, porém, de machos inteiros. Esses resultados, provavelmente, são reflexo do maior consumo de PB ($P<0,05$) de machos castrados (0,75 kg/dia) em relação às fêmeas (0,63 kg/dia), que também não diferenciaram dos machos castrados (0,73 kg/dia), e igual balanço de compostos nitrogenados entre machos castrados e fêmeas. O balanço de compostos nitrogenados foi maior para machos inteiros ($P<0,05$) em relação às fêmeas, ficando os machos castrados em posição intermediária, evidenciando uma maior eficiência de retenção do nitrogênio dietético por parte dos animais inteiros em relação às fêmeas, que tiveram igual consumo

de proteína bruta digestível, 0,42 kg/dia, ($P>0,05$) e um menor BN. Houve diferença significativa entre os níveis de oferta de concentrado quando avaliado o BN ($P<0,05$), mostrando que aqueles animais que recebiam menor porção da PB dietética originada do concentrado (67% para 1,00% do PV e 71% para 1,25% do PV) foram mais eficientes na retenção do nitrogênio consumido.

CONCLUSÕES

Todos os indicadores são eficientes para estimar a produção de matéria seca fecal, excetuando-se a FDAi. Talvez 144 horas não tenha sido suficiente para estimar adequadamente a FDAi.

Recomenda-se utilizar três dias para coletas de fezes por ser mais barata e menos trabalhosa.

O Cr_2O_3 e o TiO_2 foram igualmente eficientes em estimar o consumo individual de concentrado e a escolha dentre esses indicadores dependerá da disponibilidade, preço e facilidade de análise.

A FDNi pode ser utilizada para se estimar o consumo individual de volumoso junto com outro indicador externo para o concentrado.

Não há diferenças para os consumos de matéria seca de machos inteiros, castrados e fêmeas Nelore.

As classes sexuais não influenciam os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes de uma dieta contendo silagem de milho adicionada de 1,00 ou 1,25% do peso vivo em concentrado.

A classe sexual não influencia a produção de proteína microbiana, sendo animais inteiros mais eficientes na retenção do nitrogênio absorvido que fêmeas.

LITERATURA CITADA

- BARBOSA, A.M. **Período de coleta de urina e de fezes para avaliação da excreção de creatinina, produção microbiana e digestibilidade aparente dos nutrientes em Nelore**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 63p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- BERCHELLI, T.T.; ANDRADE, P.; FURLAN, C.L. Avaliação de indicadores internos em ensaios de digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.830-833, 2000.
- CASALI, A.O. **Procedimentos metodológicos *in situ* na avaliação do teor de compostos indigestíveis em alimentos e fezes de bovinos**. Viçosa, MG: UFV 2007, 47p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2007.
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – an overview of technical details (Occasional publication). **INTERNATIONAL FEED RESOURCES UNIT**. Bucksburnd, Aberdeen:Rowett Research Institute. 21p. 1992.
- FUJIHARA, T.; ØRSKOV, E.R.; REEDS, P.J. et al. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. **Journal of Agricultural Science**, v.109, n.1, p.7-12, 1987.
- HALL, M.B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. University of Florida, 2000. p. A-25 (Bulletin 339, April- 2000).
- KIMURA, F. T.; MILLER, V.L. Improved determination of chromic oxide in cow feed and feces. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 5 (3): 216, 1967.
- LEÃO, M.I.; COELHO DA SILVA, J.F. Técnicas de fistulação de abomaso em bezerros: In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 1. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 17., 1980. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1980. 37p.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.
- MERTENS, D.R.. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fibre in feeds with refluxing beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of the Association of Official Analytical Chemistry Institute**. 85, p.1217–1240, 2002.
- MYERS, W.D., LUDDEN, P.A., NAYIGIHUGU, V., HESS, B.W., Technical Note: a procedure for the preparation and quantitative analysis of samples for titanium dioxide. **Journal of Animal Science**, 82, 179-183, 2004.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. National Academic Press. Washinton, D.C.: 2001. 381p.
- OLIVEIRA, L.O.F.; SALIBA, E.O.S.; AMARAL, T.B.; OLIVEIRA, A.R. Avaliação de diferentes períodos de fornecimento de óxido crômico como marcador externo nas estimativas de consumo para bovinos. In: 41ª Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Campo Grande. **Anais...**Campo Grande. SBZ, 2004 (CD-ROM, Nutrição de ruminantes).
- OLIVEIRA, L.O.F.; SALIBA, E.O.S., BORGES, I., AROEIRA, L. J. M., GONTIJO NETO, M. M., AMARAL, T. B., Concentração de Óxido Crômico e LIPE® nas fezes de bovinos em pastagens de *Brachiaria Brizantha* utilizadas nas estimativas de consumo In: 42ª Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Goiânia. **Anais...**Goiânia, SBZ, 2005 (CD-ROM, Nutrição de ruminantes).
- PAIXÃO, M.L. **Uréia em dietas para bovinos em confinamento: desempenho, consumo, digestibilidade, parâmetros ruminais e variação diária na excreção de indicadores**. Viçosa, MG: UFV, 2004. 62p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, ED.; ZERVOUDAKIS, J.T. Suplementos múltiplos para recria e engorda de bovinos em pastejo. In: II Simpósio de Produção de Gado de Corte. Viçosa. **Anais...** Viçosa, p. 187-232, 2001
- PAULINO, P.V.R; VALADARES FILHO, S.C.; et al., 2005. Desempenho, eficiência alimentar e características de carcaça de bovinos nelore de diferentes classes sexuais, alimentados com dois níveis de concentrado na dieta. In: 42ª Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Goiânia. **Anais...**Goiânia, SBZ, 2005 (CD-ROM, Nutrição de ruminantes).
- PEREIRA, D.H.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Consumo, digestibilidade dos nutrientes e desempenho de bovinos de corte recebendo silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e diferentes proporções de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.282-291, 2006.
- PRESTON, R.L. 2006 Feed composition tables. **Beef Magazine**, v.42, n.7, p.50-67, 2006.
- SALIBA, E.O.S.; ARAÚJO, V.L. **I teleconferência sobre o uso de indicadores em nutrição animal**. UFMG, 45p, 2005.
- SALIBA, E.O.S.; RODRIGUES, N.M.; PILÓ-VELOSO, D.; TEIXEIRA, G.L.; RIBEIRO, S.L.M. Estudo comparativo da digestibilidade pela técnica da coleta total com a lignina purificada como indicador de digestibilidade para ovinos em experimento com feno de Tifton 85. In: 40ª Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Santa Maria. **Anais...**Santa Maria. SBZ, 2003
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa: Imprensa Universitária – Universidade Federal de Viçosa, 2002. 165 p.
- SILVA, B.C.; PEREIRA, O.G.; PEREIRA, D.H. et al. Consumo e digestibilidade aparente total dos nutrientes e ganho de peso de bovinos de corte alimentados com silagem de

Brachiaria brizantha e concentrado em diferentes proporções. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.1060-1069, 2005.

TIMMERMANS JR., S.J.; JOHNSON, L.M.; HARRISON, J.H. Estimation of the flow of microbial nitrogen using milk uric acid or allantoin. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.1286-1299, 2000.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **SAEG – Sistema para análises estatísticas e genéticas**. Versão 8.0. Viçosa, MG: 1998. 150p. (manual do usuário).

VALADARES FILHO, S.C.; MORAES, E.H.B.K.; DETMANN, E., PAULINO, M.F.; VALADARES, R.F.D.; MORAES, K.A.K.; MARCONDES, M.I. Perspectivas do uso de indicadores para estimar o consumo individual de bovinos alimentados em grupo. 43^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. João Pessoa. **Anais...** p. 291-322. 2006

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. Systems of analysis for evaluating fibrous feeds. In: PIGDEN, W.J.; BALCH, C.C.; GRAHAM, M. (Eds.) **Standardization of Analytical Methodology for Feeds**. 1.ed. Ottawa: International Development Research Centre, 1980. p.49.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Animal Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

VÉRAS, A.S.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Composição corporal e requisitos energéticos e protéicos de bovinos Nelore, inteiros, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.8, p.2379-2389, 2000 (suplemento 2).

VERBIC, J.; CHEN, X.B.; MACLEOD, N.A. et al. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **Journal of Agricultural Science**, v.114, n.3, p.243-248, 1990.

Desempenho de animais alimentados individualmente ou em grupo e características de carcaça de animais Nelore de três classes sexuais

Resumo – O presente trabalho teve como objetivos estimar o consumo individual de matéria seca, de concentrado e de volumoso de animais alimentados em grupo; avaliar o consumo de matéria seca (CMS), o ganho médio diário (GMD) e a conversão alimentar (CA) de animais de três classes sexuais alimentados individualmente ou em grupo, recebendo dois níveis de oferta de concentrado, utilizando a técnica de três indicadores; determinar o efeito de dois níveis de oferta de concentrado (1,00 e 1,25% do peso vivo) e de três classes sexuais (machos inteiros, machos castrados e fêmeas) sobre as características de carcaça de animais Nelore terminados em confinamento. Foram utilizados 45 bovinos Nelore, sendo 15 machos castrados (MC), 15 machos inteiros (MI) e 15 fêmeas (FE), sendo que nove animais (três de cada classe) foram abatidos no início do experimento para constituir o grupo referência. Os 36 animais restantes, sendo 12 de cada classe sexual, foram distribuídos em dois esquemas de alimentação (individual ou em grupo), alimentados com dois níveis de oferta de concentrado (1,00 ou 1,25% do PV), perfazendo um esquema fatorial 2x2x3. Para a estimativa do CMS individual dos animais alimentados em grupo foi utilizada a LIPE® para estimar a produção fecal, o óxido crômico e o dióxido de titânio para estimar o consumo individual de concentrado e a FDNI e FDAi para estimar o consumo individual de volumoso. Ao final do experimento, todos os animais alimentados individualmente foram abatidos para avaliação das características de carcaça e rendimento de cortes comerciais. Não houve efeito do nível de concentrado e do esquema de alimentação ($P>0,05$) sobre o CMS, o GMD e a CA de bovinos Nelore.

Os machos inteiros foram superiores aos MC no peso da maioria dos cortes básicos e estes foram superiores às FE. Concluiu-se que o esquema de alimentação não alterou o CMS nem o GMD de animais Nelore de diferentes classes sexuais; que machos inteiros ganham aproximadamente 24% a mais de peso do que MC, e estes ganham aproximadamente 22% a mais do que FE; Concluiu-se, também, que ofertas de concentrado entre 1,00 e 1,25% do PV não influenciaram as principais características de carcaça e seu rendimento, em bovinos Nelore, e que machos inteiros tendem a ser mais eficientes que machos castrados e fêmeas na deposição de carne e apresentam maiores rendimentos de alguns cortes básicos.

Palavras-chave – castrados, consumo individual, consumo em grupo, ganho de peso, inteiros, rendimento

Performance of animals fed individually or in group and carcass traits of Nellore cattle of three genders

Abstract – The present work aimed to estimate the individual intake of dry matter, concentrate and roughage of animal fed in group. To evaluate the dry matter intake (DMI), daily weight gain (DWG) and feed conversion (FC) by animals of three genders, fed individually or in group, fed two levels of concentrate offer; and determine the effect of two levels of concentrate offer (1,0% of live weight or 1,25% of live weight) and the genders effect in carcass traits of confined Nellore cattle. Forty five Nellore (15 bulls, 15 steers and 15 heifers) were used, being nine animals (three of each genders) slaughtered at the beginning performing the reference group. The 36 animals remaining (12 of each gender) were allotted in two levels of concentrate offer (1,0% and 1,25% of live weight) and two schemes of feeding (individually or in group), in a factorial design 2x2x3. The trial lasted 112 days. To estimate the individual DMI of the animal fed in group, the LIPE® was used to estimate the fecal dry matter production, the Cr₂O₃ and TiO₂ to estimate the individual concentrate intake and NDFi and ADFi were used to estimate the individual roughage intake. At the end of the experiment all animals fed individually were slaughtered to determine the empty body weight and corporal composition, being the right carcass divided in five commercial cuts. There were not effects ($P>0,05$) of concentrate level and feed scheme in DMI, DWG and FC. Bulls were superior to steers in some weights of the commercial cuts and steers were superior to females. It can be concluded that the feed scheme did not influence the DMI and DWG of Nellore cattle of three genders. Bulls grow 24% faster than steers and steers grow 22% faster than females. It can also be concluded

that the concentrate offer between 1,0 and 1,25% of live weight did not influence carcass traits in Nellore cattle and bulls tend to be more efficient in meat deposition and had higher yield in some commercial cuts.

Keywords: bulls, group intake, individual intake, steers, yield, weight gain

INTRODUÇÃO

Um dos questionamentos associados à utilização de animais Nelore confinados individualmente consiste em saber se o consumo e o ganho de peso ocorrem de forma similar a animais confinados em grupo. Na raça Nelore, o temperamento agressivo é bastante conhecido, principalmente pela dificuldade de conduzir experimentos com esses animais em sistemas de confinamento individual. Os bovinos são animais gregários, ou seja, em ambiente natural andam sempre em grupos com o maior número possível de animais. Animais da raça Nelore, quando confinados em baias individuais, podem aumentar seu nível de estresse, o que pode ocasionar queda no consumo de matéria seca (CMS) e, conseqüentemente, na produtividade e más respostas aos tratamentos. Além disso, sob alto estresse, coletas de sangue, fezes e urina podem não ser representativas do estado normal do animal e causar confundimento nos resultados gerados pelo experimento, isso sem levar em consideração o risco de acidentes. Segundo Ospina & Prates (1998), o CMS é um dos principais determinantes do processo produtivo, por estar diretamente ligado ao consumo de nutrientes digestíveis e à eficiência com que tais nutrientes são utilizados nos processos metabólicos do animal para o atendimento de seus requisitos de manutenção e produção, constituindo-se, portanto, no fator que mais influencia o desempenho animal.

Além do esquema de alimentação, a classe sexual também podem influenciar de forma significativa não só o CMS e o desempenho, mas também as características de carcaça e o rendimento de cortes comerciais em bovinos. Segundo Leme et al. (2000), o peso ideal de abate varia com o tipo de animal (genótipo), o sexo e a velocidade de ganho, e Paulino et al. (2005) afirmaram que, em condições favoráveis de nutrição e manejo, machos inteiros apresentam desempenho cerca de 10-20% superior em relação a machos castrados e fêmeas, e o sexo influencia fortemente a deposição de gordura da carcaça, sendo que machos inteiros são mais eficientes, e apresentam carcaças mais magras que machos castrados e fêmeas.

Segundo Junqueira et al (1998), fêmeas jovens têm grande potencial de produzir carcaças de qualidade, com rendimentos de cortes comerciais semelhantes aos machos,

fazendo com que haja situações no mercado em que a arroba de fêmeas seja equivalente à arroba de macho.

Entretanto, poucos trabalhos procuram determinar as diferenças no desempenho, na eficiência alimentar e nas características de carcaça de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais, alojados em baias individuais ou em grupo.

Dessa forma objetivou-se neste trabalho:

- Estimar o consumo individual de matéria seca, de concentrado e de volumoso de animais Nelore alimentados em grupo;
- Avaliar o consumo de matéria seca, o ganho médio diário e a conversão alimentar de animais de três classes sexuais, alimentados individualmente ou em grupo, e recebendo dois níveis de oferta de concentrado;
- Avaliar o efeito de níveis de oferta de concentrado (1,00 e 1,25% do peso vivo) e classe sexual (machos inteiros, machos castrados e fêmeas) sobre as características de carcaça de animais Nelore terminados em confinamento.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Animais do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa-MG, sendo a fase de campo realizada entre agosto e dezembro de 2005. A cidade de Viçosa está localizada na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, tendo coordenadas geográficas de posição 20°45'20" de latitude sul e 45°52'40" de longitude oeste e altitude de 657m.

Foram utilizados 45 bovinos Nelore, sendo 15 machos inteiros, 15 machos castrados e 15 fêmeas, com idade de 20 meses e peso vivo médio inicial de 283,6; 285,3 e 255,1 kg, respectivamente. Todos animais provieram de um mesmo rebanho comercial, apresentando-se padronizados, pois pertenciam a um mesmo grupo contemporâneo.

Inicialmente os animais foram pesados e vermifugados, permanecendo por 30 dias em período de adaptação, quando receberam uma mesma dieta, constituída de 75% de silagem de milho, 25% de concentrado e 12,5% de PB na MS da dieta. Após esse período, 9 animais (3 de cada classes sexual) foram abatidos para constituírem o grupo referência. Os 36 animais remanescentes, foram divididos em um delineamento

inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2 x 3, com três repetições, sendo dois esquemas de alimentação (em grupo ou individual), dois níveis de oferta de concentrado (1,00 ou 1,25% do peso vivo), e três classes sexuais (machos inteiros, castrados e fêmeas).

As baias individuais eram providas de comedouros e bebedouros individuais, apresentando área total de 30 m², sendo 8 m² cobertos com telhas de amianto e o com piso recoberto por concreto. As baias coletivas, que alojaram três animais em cada baia, também eram constituídas de piso de concreto, com área total de 90 m² e cobertura de telha de amianto em 24 m² da baia, sendo 6 m de cocho por baia.

Os animais foram alimentados duas vezes por dia, às 7:00h e às 16:00h. As rações foram formuladas para serem isoprotéicas (12,5% PB na matéria seca total), utilizando silagem de milho como volumoso, ofertado à vontade. O concentrado foi formulado a partir de milho moído, farelo de soja, sal mineral, sal comum, calcário, uréia e sulfato de amônio, sendo fornecido na proporção de 1,00 (dieta 1) ou 1,25% (dieta 2) do peso vivo. As sobras foram ajustadas para ficar entre 5 e 10% da matéria seca fornecida, com água permanentemente à disposição dos animais.

A quantidade de ração oferecida para os três animais que estavam em cada baia coletiva correspondia à soma das quantidades que deveriam ser fornecidas para cada animal.

A relação volumoso:concentrado obtida ao longo do experimento foi, em média, 68:32% e 62:38% para as dietas 1 e 2, respectivamente, com base na matéria seca.

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes nos concentrados e nas dietas experimentais 1 e 2, com base da matéria seca

Ingredientes	Concentrado (1,0% do PV)	Dieta 1	Concentrado (1,25% do PV)	Dieta 2
Silagem de Milho	-	68,11	-	61,67
Farelo de Soja	18,98	6,05	10,88	4,17
Milho moído	74,18	23,66	83,41	31,97
Calcário	0,96	0,31	1,08	0,42
Mistura Mineral ¹	1,35	0,43	0,90	0,34
Uréia	2,60	0,83	2,09	0,80
Sulfato de Amônio	0,42	0,13	0,40	0,15
Sal	1,50	0,48	1,24	0,47

¹ – Composição: 24,0% de Ca; 17,4% de P; 100,0 ppm de Co; 1.250,0 ppm de Cu; 1.795,0 ppm de Fe; 2.000,0 ppm de Mn; 15,0 ppm de Se; 5.270,0 ppm de Zn; 90,0 ppm de I.

A quantidade de ração oferecida e de sobras foi registrada diariamente por animal, ou grupo de animais, e foram coletadas amostras, também diárias, do volumoso e das sobras. Ao final de cada semana, uma amostra composta, de volumoso e das sobras, foi elaborada e pré-seca. Posteriormente foi feita uma outra amostra composta proporcional por período de 28 dias, com base no peso pré-seco de cada amostra semanal. Os alimentos concentrados foram amostrados diretamente na fábrica de rações da Universidade Federal de Viçosa, durante as misturas dos concentrados, e, ao final do experimento, foi feita uma amostra composta dos alimentos (farelo de soja e milho moído).

Todas as pré-secagens foram feitas em estufa ventilada (60° C), por 72 h, e as moagens com moinho de peneira de malha de 1mm. Posteriormente, as amostras foram armazenadas em recipientes de plástico para posteriores análises.

O experimento teve duração de 112 dias, divididos em quatro períodos de 28 dias cada, ao final dos quais todos os animais foram pesados. Todas as pesagens foram precedidas de um jejum alimentar de sólidos de 16 horas. As pesagens ao final de cada período tinham como objetivo monitorar o ganho de peso dos animais e proporcionar um ajuste semanal na quantidade de concentrado fornecido. Com base no ganho médio obtido por cada animal no período anterior, o peso vivo foi estimado ao início de cada semana e sua oferta do concentrado corrigida com base nesse peso estimado.

Para se estimar o consumo de matéria seca individual dos animais alimentados em grupo, foi utilizada o método descrito no capítulo 1, sendo que os dados foram coletados na segunda semana do segundo período experimental. Para estimar a produção de matéria seca fecal dos animais foi utilizada a LIPE® (0,5g por animal), fornecida, na forma de cápsulas, a partir de três dias antes da coleta de fezes e durante todo o período de coleta. A cápsula foi enrolada numa folha de capim-elefante e fornecida diretamente aos animais. Para estimar o consumo de concentrado foram utilizados dois indicadores: óxido crômico (Cr_2O_3) e dióxido de titânio (TiO_2), fornecidos a partir de seis dias antes da coleta de fezes e durante todo o período de coleta, sendo 10 g por animal, misturados ao concentrado. Considerando que cada lote continha 3 animais, 30 g de cada indicador foram misturados ao concentrado.

Nesta mesma semana, foi realizada uma coleta de fezes durante cinco dias consecutivos, naqueles animais em grupo, com um intervalo de aproximadamente 22,5 horas entre cada coleta, iniciando-se às 17:30h do primeiro dia e terminando às 7:30h do quinto dia de coleta. As fezes foram coletadas diretamente no piso, logo após a excreção, identificadas com o animal que excretou, colocadas em bandejas de alumínio, revestidas com sacos plásticos, e levadas imediatamente para a estufa de ventilação a 60°C. Após 24 horas na estufa, as amostras eram viradas e depois de 48 horas elas foram quebradas para facilitar a moagem. Ao completar 72 horas elas foram retiradas da estufa e moídas imediatamente. Foi realizada uma amostra composta de fezes, contendo, aproximadamente, 20% de amostra de cada dia de coleta. Cerca de 20 g das amostras compostas foram enviadas à Universidade Federal Minas Gerais para a estimação da produção fecal a partir da leitura da LIPE® pela técnica da espectroscopia no infravermelho.

O consumo de concentrado foi estimado dividindo-se a excreção total de Cr_2O_3 ou TiO_2 pela sua respectiva concentração no concentrado. O consumo individual de volumoso foi estimado subtraindo-se da excreção total de FDNi, ou FDAi, a excreção desses indicadores referentes ao concentrado e dividindo-se essa diferença pela concentração dos mesmos na silagem de milho.

As análises de cromo nas amostras de fezes foram realizadas de acordo com a técnica descrita por Kimura & Muller (1967), utilizando digestão nitroperclórica e absorção atômica. As análises de dióxido de titânio foram realizadas segundo Myers et al. (2004).

A fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) e a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) foram quantificadas nas amostras de alimentos, fezes e sobras, por meio de incubação ruminal, por 144 horas, de 0,5g de amostras, que posteriormente foram lavados em água corrente até a completa retirada dos resíduos ruminais. Utilizou-se o sistema ANKOM para as avaliações de FDN, FDA, FDNi e FDAi, com modificação do saco utilizado (5,0 x 5,0 cm, porosidade de 100 µm), que foi confeccionado utilizando-se tecido *TNT* (100 g/m²). Alpha-amilase estável ao calor foi empregada nas análises de FDN, em que foram realizadas incluindo as correções sugeridas por Mertens (2002).

Nas amostras de alimentos, sobras e fezes foram quantificados os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), nitrogênio total e extrato etéreo (EE) segundo Silva & Queiroz (2002). O teor de proteína bruta (PB) foi obtido a partir do produto entre N total e o fator 6,25. Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) foram obtidos de acordo com os protocolos descritos por Van Soest et al. (1991) e Licitra et al. (1996), respectivamente. A fibra em detergente ácido, a lignina (LIG) em ácido sulfúrico a 72% e a sílica, foram obtidos segundo Van Soest & Robertson (1980).

Os carboidratos não-fibrosos (CNF) foram calculados como proposto por Hall (2000), sendo $CNF = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ derivado da uréia} + \% \text{ de uréia}) + \%FDN_{cp} + \%EE + \%cinzas]$.

A composição química dos ingredientes está na Tabela 2 e dos concentrados e das dietas oferecidas na Tabela 3.

Tabela 2 – Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigida (FDNcp), ou não (FDN), para cinzas e proteína, carboidratos não fibrosos corrigidos (CNFcp), ou não (CNF), para cinzas e proteína, fibra em detergente ácido (FDA), lignina, sílica, fibras indigestíveis em detergente neutro (FDNi) e ácido (FDAi) dos ingredientes utilizados na ração experimental

Itens	Silagem de Milho	Farelo de Soja	Milho Moído
MS (%)	26,53	88,65	85,14
MO ¹	92,25	94,03	98,94
PB ¹	5,75	49,14	8,17
PIDN/PB ²	20,76	6,10	21,25
EE ¹	2,51	1,25	2,56
FDNcp ¹	52,62	15,84	16,33
FDN ¹	56,43	18,93	18,44
CNFcp ¹	31,37	27,80	71,88
CNF ¹	27,56	24,71	69,77
FDA ¹	34,18	11,52	2,57
Lignina ¹	4,18	0,50	0,58
Sílica ¹	2,77	0,00	0,17
FDNi ¹	23,26	2,41	1,70
FDAi ¹	13,46	0,86	0,72

¹ - % na MS; ² - % da PB.

Tabela 3 – Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não-fibrosos corrigidos (CNFcp), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) e fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), dos concentrados e das dietas experimentais oferecidas, com base da matéria seca e teor de nutrientes digestíveis totais das dietas (NDT).

Itens	Concentrado (1,0% do PV)	Dieta 1	Concentrado (1,25% do PV)	Dieta 2
MS	85,78	48,34	86,01	51,91
MO	94,27	93,76	95,25	94,18
PB	22,71	11,40	18,03	10,68
EE	2,14	2,91	2,27	2,89
FDNcp	15,12	42,54	15,34	40,03
CNF	59,02	38,37	63,38	42,06
FDNi	2,11	14,96	1,77	13,61
FDAi	1,32	8,61	0,86	7,74
NDT	-	72,15	-	72,28

O abate final dos 18 animais alimentados individualmente foi conduzido de forma escalonada e aleatória, sempre com um animal de cada um dos seis tratamentos por dia,

totalizando três dias de abate. Dessa forma, os animais permaneceram 106, 110 ou 112 dias em confinamento.

Após o abate, o trato gastrintestinal (rúmen, retículo, omaso, abomaso e intestinos delgado e grosso) de cada animal foi esvaziado e lavado. Os pesos de coração, pulmões, fígado, baço, rins, gordura interna, carne industrial, mesentério, cauda e aparas, juntamente com os do trato gastrintestinal lavado, foram somados aos das demais partes do corpo (carcaça, cabeça, couro, pés e sangue) para avaliação do peso de corpo vazio (PCVZ). A relação obtida entre o PCVZ e o peso vivo (PV) dos animais referência foi utilizada para estimar o PCVZ inicial dos animais que permaneceram no experimento.

A carcaça de todos animais foi dividida em duas meia-carcaças, as quais foram pesadas e, em seguida, resfriadas em câmara fria a -5°C, durante aproximadamente 18 horas. Transcorrido o resfriamento, as carcaças foram novamente pesadas, e tiveram suas medidas de espessura de gordura e de área de olho de lombo mensuradas na altura da 12^a costela. A meia-carcaça direita de cada animal foi separada entre a quinta e a sexta costelas, em traseiro e dianteiro. O dianteiro compreendeu os cortes acém, paleta completa e ponta de agulha, enquanto o traseiro especial foi representado pelo coxão e pela alcatra completa. O rendimento dos cortes comerciais foi avaliado de forma absoluta (kg) ou relativa (em relação ao peso da carcaça). Após a pesagem dos cortes comerciais, a carcaça foi dissecada, quando houve separação dos tecidos adiposo, muscular e ósseo, sendo que o tecido adiposo foi subdividido em tecido adiposo subcutâneo e intermuscular, que foram pesados separadamente. Após a separação, os tecidos adiposo (subcutâneo + intermuscular) e muscular foram pesados e moídos separadamente. Após a moagem obteve-se, de forma proporcional, uma amostra composta, denominada de músculo + gordura da carcaça.

Uma comparação entre o consumo de matéria seca de cada grupo observado e estimado foi realizada utilizando-se o teste “t” de student. Para todas as outras comparações de médias foi utilizado o teste de Tukey.

Para todas as análises estatísticas foi utilizado 5% como nível crítico, sendo que as mesmas foram realizadas utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas – SAEG (UFV, 1998).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4 são apresentados os consumos de matérias seca observados e estimados pelo Cr_2O_3 e FDNi, Cr_2O_3 e FDAi, TiO_2 e FDNi e TiO_2 e FDAi, para cada um dos lotes dos animais mantidos em grupo. Nenhuma das estimativas diferiu dos dados observados pelo teste “t” pareado ($P>0,05$), comprovando a hipótese de que é possível se estimar o consumo de matéria seca de animais alimentados em grupo a partir de indicadores presentes no concentrado e no volumoso. Como não foi possível medir o consumo individual dos animais alimentados em grupo, essa comparação por meio da estimativa do consumo total do grupo serve apenas como mais uma ferramenta para comprovar a técnica descrita no capítulo 1 e dar mais segurança em comparações posteriores.

Tabela 4 – Valores de consumo de matéria seca (kg/lote) observados e estimados, utilizando-se dois indicadores externos para estimar o consumo de concentrado (óxido crômico e dióxido de titânio) e dois indicadores internos para estimar o consumo de volumoso (FDNi e FDAi)

Grupos	Observado	Óxido Crômico		Dióxido de Titânio	
		FDNi	FDAi	FDNi	FDAi
Fêmeas : Dieta 2	23,40	24,06	23,44	24,49	23,86
Castrados : Dieta 2	25,72	25,24	24,78	25,91	25,43
Inteiros : Dieta 1	24,87	23,41	23,17	24,82	24,54
Fêmeas : Dieta 1	22,98	22,69	22,55	23,92	23,75
Castrados : Dieta 1	25,15	25,09	25,37	25,58	25,85
Inteiros : Dieta 2	24,40	24,67	24,45	24,62	24,39

Valores observados e estimados não diferem significativamente pelo teste “t” pareado a 5% de probabilidade

Como não houve diferença entre os indicadores, foi utilizada a média das estimativas de CMS individual de cada animal presente nos grupos para as comparações com aqueles alimentados individualmente.

Não houve diferença significativa para as interações classe sexual x nível de oferta de concentrado, classe sexual x esquema de alimentação, nível de oferta de concentrado x esquema de alimentação e classe sexual x nível de oferta de concentrado x esquema de alimentação ($P>0,05$), portanto todos os fatores foram avaliados independentemente.

Não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre o consumo de matéria seca, independentemente da sua forma de expressão, o ganho médio diário e a conversão alimentar entre os níveis de concentrado e esquema de alimentação (Tabela 5). A proximidade entre os dois níveis de concentrado pode ser uma explicação para a falta de significância.

Tabela 5 – Médias de consumo de matéria seca (CMS), consumo de matéria seca em função do peso vivo (CMS%PV), consumo de matéria seca em função do peso metabólico ($\text{g/kg}^{0,75}$), ganho médio diário (GMD) e conversão alimentar (CA) para as três classes sexuais de animais Nelore, dois níveis de oferta de concentrado e dois esquemas de alimentação

Variáveis	Classe Sexual			Nível de Oferta de Concentrado		Esquema de Alimentação	
	Machos Inteiros	Machos Castrados	Fêmeas	1,00% do PV	1,25% do PV	Individual	Grupo
CMS, kg/dia	8,41	8,11	7,61	8,03	8,05	8,00	8,08
CMS, %PV	2,34	2,36	2,51	2,39	2,42	2,34	2,47
CMS, $\text{g/kg}^{0,75}$	101,86	101,57	105,13	102,11	103,60	100,53	105,17
GMD, kg/dia	1,43a	1,15b	0,94c	1,20	1,15	1,17	1,18
C.A., kg MS ingerida/kg ganho	5,96b	7,29ab	8,48a	6,96	7,53	7,18	7,31

Médias seguidas de letras diferentes, na linha, diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ($P<0,05$).

Quanto aos esquemas de alimentação, a ausência de coletas com os animais mantidos individualmente ao longo do experimento pode ter contribuído para que o fator estresse não tivesse influenciado o desempenho destes animais (Tabela 5). Na ocorrência de coletas, principalmente aquelas que necessitam de contenção dos animais em estrutura apropriada (tronco), há um estresse muito grande, e, conseqüentemente, uma diminuição da produção animal, principalmente em decorrência da redução do CMS, que pode demorar certo tempo, para retornar ao seu estado normal.

Não houve diferença ($P>0,05$) entre o consumo de matéria seca, expresso em kg/dia, em função do peso vivo ou metabólico entre as classes sexuais (Tabela 5). Esses resultados divergem daqueles encontrados por Paulino et al. (2005), em que, estudando as mesmas classes sexuais, em bovinos Nelore, mas com níveis menores de concentrado (0,6 e 1,2% do PV), encontraram diferença significativa para o CMS entre

machos inteiros e fêmeas. Bailey & Duff (2005) citaram que machos inteiros apresentariam maior consumo absoluto de matéria seca do que machos castrados, justamente para sustentar seu maior ganho de peso; porém, consumiriam menos por unidade de peso vivo ou peso metabólico, fazendo com que apresentassem melhor conversão alimentar. Porém, diferenças no CMS entre as classes sexuais não foram observadas neste experimento, de forma significativa, apesar dos valores absolutos apresentarem uma tendência semelhante à relatada pelos autores citados anteriormente.

Quando estudado o GMD, a classe sexual influenciou fortemente essa variável, sendo que os machos inteiros obtiveram o maior valor, 1,43 kg/dia, os machos castrados ficaram em posição intermediária, 1,15 kg/dia e as fêmeas obtiveram o menor GMD, 0,94 kg/dia (Tabela 5), sendo as diferenças significativas ($P < 0,05$). Paulino et al. (2005) também encontraram maior ganho de peso para animais inteiros, porém a taxa de ganho foi bem inferior, 0,83 kg/dia, e não houve diferença de ganho entre machos castrados e fêmeas, diferentemente do presente trabalho. Greco et al. (2005) também encontraram diferença significativa entre machos inteiros e castrados para o GMD, sendo que os ganhos relatados (1,07 kg/dia e 0,97 kg/dia, respectivamente) também foram inferiores aos do presente trabalho.

Os animais inteiros tiveram desempenho 24% superior em relação aos castrados, valor este acima do sugerido por Padua et al. (2004), que afirmaram que machos inteiros crescem de 10 a 20% mais do que castrados. Já os machos castrados tiveram um GMD 22% superior ao das fêmeas, valor este próximo aos 20% sugeridos pelo NRC (2000).

Houve diferença entre as classes sexuais para a conversão alimentar ($P < 0,05$), sendo que machos inteiros tiveram a melhor conversão, não diferindo significativamente de machos castrados, que por sua vez não diferiram das fêmeas. Paulino et al. (2005) encontraram respostas de eficiência alimentar semelhantes aos deste experimento, porém com valores bem maiores de CA: 9,17 kg de MS ingerida/kg de ganho para animais inteiros, 10,64 kg de MS ingerida/kg de ganho para castrados e 10,90 kg de MS ingerida/kg de ganho para fêmeas.

Observou-se que o consumo de matéria seca entre as três classes sexuais foi igual, porém a conversão alimentar de machos inteiros foi 22% inferior à de animais

castrados e 42% menor à de fêmeas. Isso pode refletir na lucratividade do pecuarista que, gastaria menos com insumos, quando trabalhasse com animais inteiros.

Não houve efeito do nível de oferta de concentrado ($P>0,05$) sobre nenhuma das características de carcaça avaliadas (Tabelas 6 e 7). Da mesma forma, a interação entre classe sexual e nível de oferta concentrado não foi significativa ($P>0,05$) para nenhuma das variáveis, sendo os fatores avaliados separadamente. A proximidade dos níveis de concentrado parece ser a melhor explicação para a ausência de significância. Não houve diferença ($P>0,05$) para rendimento de carcaça fria em relação ao peso vivo (RCFPV), rendimento de carcaça fria em relação ao peso de corpo vazio (RCFCVZ), comprimento de carcaça (COMP), teor de gordura na carcaça (GORD), teor de músculo na carcaça (MUSC), espessura de gordura subcutânea (EGS), gordura subcutânea (SUB), gordura intermuscular (INTMUSC) e área de olho de lombo (AOL/100 kg de carcaça), entre as classes sexuais e entre os níveis de oferta de concentrado (Tabela 6).

A classe sexual influenciou ($P<0,05$) a proporção de ossos na carcaça, sendo observada maior proporção para os machos inteiros e castrados em relação às fêmeas (Tabela 6). Paulino (2006) também observou maior proporção de ossos em machos inteiros, porém não observou diferença entre machos castrados e fêmeas. Os machos inteiros apresentaram maior AOL em relação às fêmeas ($P<0,05$), sendo que essas não diferiram ($P>0,05$) dos castrados, e esses dos machos inteiros (Tabela 6). Já Paulino (2006) não observou diferença significativa entre as classes sexuais para esta característica.

Tabela 6 – Médias e coeficientes de variação para rendimento de carcaça fria em função do peso vivo (RCFPV) e do peso de corpo vazio (RCFCVZ), comprimento de carcaça (COMP), porcentagem de gordura na carcaça (PGORD), gordura subcutânea (SUB), gordura intermuscular (INTERMUSC), porcentagem de ossos (OSSOS) e de músculo (PMUSC), área de olho de lombo por 100 kg de peso vivo (AOL, cm²/100kg), área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS) para bovinos Nelores de três classes sexuais, submetidos a dois níveis de oferta de concentrado.

Itens	Classe Sexual			Oferta de Concentrado		CV (%)
	Machos Inteiros	Machos Castrados	Fêmeas	1,0% do PV	1,25% do PV	
RCFPV, %	58,08	59,03	58,00	57,66	59,01	3,51
RCFCVZ, %	62,63	62,99	61,35	61,93	62,72	2,21
COMP, mm	115,67	114,58	110,75	113,50	113,83	2,86
PGORD, %	20,47	21,72	21,75	21,77	20,85	18,31
SUB, Kg	7,84	8,37	8,64	8,59	7,97	20,96
SUB, %	2,97	3,53	4,20	3,41	3,71	27,81
INTRAMUSC, Kg	12,98	13,23	13,78	8,59	13,02	15,27
INTRAMUSC, %	4,89b	5,58ab	6,65a	5,56	5,85	18,15
OSSOS, %	16,85a	16,43a	14,59b	16,21	15,71	9,37
PMUSC, %	62,68	61,86	63,66	62,03	63,44	5,37
AOL, cm ² /100 Kg	17,08	17,09	16,82	17,17	16,82	7,77
AOL, cm ²	76,81a	68,25ab	60,70b	69,32	67,85	10,87
EGS, mm	5,69	6,34	6,70	6,36	6,13	16,86

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si pelo tukey a 5% de probabilidade.

É sabido que fêmeas depositam mais gordura na carcaça, tanto subcutânea quanto intermuscular, o que de fato foi observado na porcentagem de deposição de gordura intramuscular na carcaça (Tabela 6). Embora os valores numéricos sugiram o mesmo comportamentos para a porcentagem de deposição de gordura subcutânea, provavelmente o alto coeficiente de variação pode ter contribuído para a ausência de significância desse fator. Para a espessura de gordura subcutânea, as fêmeas também apresentaram maiores valores numéricos, sugerindo que a terminação de carcaça, para uma mesma idade, nessa classe sexual seja realizada de forma mais precoce do que nos machos inteiros. Ao final do experimento todos os animais estavam adequadamente terminados e atendiam às exigências do mercado, já que apresentavam mais de 3 mm de espessura de gordura na carcaça.

O peso da carcaça, bem como o rendimento, em porcentagem, de alguns de seus cortes (acém e dianteiro) foram influenciados ($P<0,05$) pela classe sexual (Tabela 7). Machos inteiros apresentaram maiores pesos finais de carcaça ($P<0,05$) evidenciando a tendência de maior taxa de ganho, principalmente de tecido muscular, devido a uma maior síntese de hormônios esteróides que machos castrados. Os resultados mostram, também, que mesmo animais inteiros possuindo um maior desempenho, este ganho é direcionado para a porção dianteira do animal, característica esta de animais com alto níveis hormonais circulantes.

Tabela 7 – Médias e coeficientes de variação para peso de carcaça (PCARC), ganho médio de carcaça (GMCARC), peso de acém (PACEM), peso de paleta (PPAL), peso de dianteiro (PDIANT), peso de coxão (PCOX), peso de alcatra (PALC), peso de traseiro especial (PTRASESP), peso de ponta de agulha (PPAG), rendimento de acém (RACEM), rendimento de paleta (RPAL), rendimento de dianteiro (RDIANT), rendimento de coxão (RCOX), rendimento de alcatra (RALC), rendimento de traseiro especial (RTRASESP) e rendimento de ponta de agulha (RPAG) obtidas para Nelores de três classes sexuais submetidos a dois níveis de oferta de concentrado

Itens	Classe Sexual			Nível de Concentrado		CV (%)
	Machos Inteiros	Machos Castrados	Fêmeas	1,00% do PV	1,25% do PV	
PCARC, kg	267,4a	236,9b	208,1c	238,4	236,6	11,63
GMCARC, kg	0,951a	0,710ab	0,524b	0,744	0,712	30,81
PACEM, kg	28,78a	23,95b	20,23c	24,34	24,30	7,77
PPAL, kg	21,33a	18,34b	15,90c	18,28	18,77	6,61
PDIANT, kg	63,9a	55,0b	47,70c	55,5	55,6	13,48
PCOX, kg	34,18a	30,59b	26,64c	30,44	30,51	6,02
PALC, kg	23,13a	21,23b	18,86c	20,84	21,31	5,77
PTRASESP, kg	57,3a	51,8b	45,5c	51,28	51,81	10,82
PPAG, kg	13,75	12,76	11,6	12,82	12,58	11,37
RACEM, %	23,76a	22,39ab	21,67b	22,70	22,52	4,46
RPAL, %	17,61	17,16	17,07	17,16	17,40	4,47
RDIANT, %	41,38a	39,56b	38,74b	39,86	39,92	2,51
RCOX, %	28,19	28,63	28,62	28,55	28,41	3,36
RALC, %	19,09	19,87	20,24	19,55	19,92	3,81
RTRASESP, %	47,28	48,50	48,86	48,10	48,33	2,86
RPAG, %	11,34	11,94	12,40	12,05	11,75	8,32

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si pelo tukey a 5% de probabilidade.

Maiores pesos de traseiro especial e dianteiro foram observados para os machos inteiros, seguidos de castrados e fêmeas. Os comportamentos em relação à PCARC, PACEM, PPAL, PCOX e PALC foram semelhantes, sendo que esses valores devem-se ao maior peso de abate de animais inteiros seguidos de castrados e posteriormente das fêmeas. Os machos inteiros apresentaram valores de GMCARC e RACEM mais elevados, sendo similares aos castrados e maiores que os das fêmeas, que por sua vez, não diferiram dos castrados. As variáveis PPAG, RPAG, RTRASESP, RALC e RCOX não sofreram influência da classe sexual ($P>0,05$). Segundo Luchiari Filho (2000), é desejável que uma carcaça apresente 45 a 50% de traseiro especial, 38 a 43% de dianteiro com cinco costelas e 12 a 16% de ponta de agulha. Os animais do presente trabalho produziram carcaças com rendimentos dos cortes comerciais dentro das recomendações apresentadas pelo último autor.

CONCLUSÕES

O esquema de alimentação não altera o consumo de matéria seca nem o desempenho de animais Nelore de diferentes classes sexuais.

Machos Nelore inteiros ganham aproximadamente 24% a mais de peso do que castrados e esses aproximadamente 22% a mais de peso do que fêmeas.

Ofertas de concentrado entre 1,00 e 1,25% do PV não influenciam as principais características de carcaça e seu rendimento, em bovinos Nelore, sejam machos inteiros, castrados ou fêmeas.

Machos inteiros são mais eficientes que machos castrados e fêmeas na deposição de carne.

LITERATURA CITADA

- BAILEY, C.R.; DUFF, G.C. Protein requirements for finishing beef cattle. In: SOUTHWEST NUTRITION CONFERENCE, 2005, Tucson: **Proceedings...** Tucson: The University of Arizona, 2005. p.78-85.
- CERDOTES, L.; EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L, et al. Desempenho de bovinos Nelore, submetidos a diferentes períodos de restrição alimentar durante a terminação em confinamento. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 42., 2005., Goiânia. **Anais...** Goiânia, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005 (CD-ROM – Nutrição de ruminantes).
- GRECO, L.F.; SEELENT, G.J.N.; PADUA, J.T., et al. Desempenho de bovinos de corte inteiros e castrados em duas idades submetidos a dois tipos de suplemento, terminados em confinamento. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 42., 2005., Goiânia. **Anais...** Goiânia, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005 (CD-ROM – Nutrição de ruminantes).
- HALL, M.B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen.** University of Florida, 2000. p. A-25 (Bulletin 339, April- 2000).
- JUNQUEIRA, J.O.B.; VELLOSO, L.; FELÍCIO, .E. Desempenho, rendimentos de carcaça e cortes de animais, machos e fêmeas, mestiços Marchigiana x Nelore, terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.6, p.1199-1205, 1998
- KIMURA, F. T.; MILLER, V.L. Improved determination of chromic oxide in cow feed and feces. **Journal of Agricultural Food Chemistry**., v.5, n.3, p.216, 1967
- LEME, P.R.; BOIN, C. MARGARIDO, R.C.C. et al. Desempenho em confinamento e características de carcaça de bovinos machos de diferentes cruzamentos abatidos em três faixas de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2347-2353, 2000 (Suplemento 2).
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.
- LUCHIARI FILHO, A. **A pecuária da carne bovina.** ! ed. São Paulo: Albino Luchiari Filho, 2000. 134p.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fibre in feeds with refluxing beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of the Association of Official Analytical Chemistry Institute**. V.85, p.1217–1240, 2002.
- MYERS, W.D., LUDDEN, P.A., NAYIGIHUGU, V., HESS, B.W., Technical Note: a procedure for the preparation and quantitative analysis of samples for titanium dioxide. **Journal of Animal Science**, v.82, p.179-183, 2004.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients requirements of beef cattle.** 7.ed. Washington, D.C.: 2000. 242p

- OSPINA, H., PRATES, E. R. Efeito de quatro níveis de oferta de feno sobre o consumo de nutrientes digestíveis por bezerros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.4, p.809-814, 1998.
- PADUA, J.T.; MAGNABOSCO, C.U.; SAINZ, R.D. et al.. Genótipo e condição sexual no desempenho e nas características de carcaça de bovinos de corte superjovens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2330-2342, 2004 (Supl. 3).
- PAULINO, P.V.R. **Desempenho, composição corporal e exigências nutricionais de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 159p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2006.
- PAULINO, P.V.R.; VALADARES FILHO, S.C.; MAGALHÃES, K.A.; MARCONDES, M.I.; FONSECA, M.A.; OLIVEIRA, D.M.; ARAÚJO, A.M.; DETMANN, E.; MORAES, K.A.K.; FONSECA, W.L. Desempenho, eficiência alimentar e característica de carcaça de bovinos nelore de diferentes classes sexuais, alimentados com dois níveis de concentrado na dieta. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 42., 2005., Goiânia. **Anais...** Goiânia, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005 (CD-ROM – Nutrição de ruminantes).
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa: Imprensa Universitária – Universidade Federal de Viçosa, 2002. 165 p.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG – Sistema para análises **estatísticas e genéticas**. Versão 8.0. Viçosa, MG: 1998. 150p. (manual do usuário).
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. Systems of analysis for evaluating fibrous feeds. In: PIGDEN, W.J.; BALCH, C.C.; GRAHAM, M. (Eds.) **Standardization of Analytical Methodology for Feeds**. 1.ed. Ottawa: International Development Research Centre, 1980. p.49.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Animal Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

Exigências nutricionais de bovinos Nelore de três classes sexuais e predição da composição corporal e da carcaça a partir da seção entre a 9ª e 11ª costelas

Resumo – Objetivou-se, com esse trabalho, validar as equações de Hankins & Howe (1946) para estimativa da composição física da carcaça e de Paulino (2002) para estimativa da composição de macrominerais no corpo vazio de bovinos Nelore, determinar as exigências de energia metabolizável para manutenção e exigências líquidas de proteína, energia e macrominerais para ganho de peso, além da eficiência de uso da proteína metabolizável, em bovinos Nelore de três classes sexuais. Foram utilizados 27 bovinos Nelore, sendo nove machos castrados, nove machos inteiros e nove fêmeas. Três animais de cada classe foram abatidos ao início do experimento para constituírem o grupo referência. Os 18 animais remanescentes foram alimentados durante 112 dias, sendo abatidos ao final e tendo suas respectivas composições corporais determinadas pela análise química de seus tecidos corporais. As exigências líquidas para ganho de peso foram obtidas derivando-se a equação de predição do conteúdo corporal, em função do logaritmo do peso de corpo vazio (PCVZ). As exigências de energia metabolizável para manutenção foram estimadas a partir da regressão linear da energia retida (ER) em função do consumo de energia metabolizável (CEM). A eficiência de uso da proteína metabolizável para ganho de peso foi estimada pela equação da proteína bruta retida em função do consumo de proteína metabolizável. A equação proposta por Paulino (2002) foi

eficiente para estimar a concentração de Ca no corpo vazio. Para todos os macrominerais foram propostas novas equações para se estimar o conteúdo corporal a partir da sua concentração na seção HH. As equações obtidas para estimativa da energia retida foram: $ER = 0,0559 \cdot PCVZ^{0,75} \cdot GPCVZ^{1,1037}$ (machos inteiros); $ER = 0,0738 \cdot PCVZ^{0,75} \cdot GPCVZ^{0,9688}$ (machos castrados); $ER = 0,1020 \cdot PCVZ^{0,75} \cdot GPCVZ^{1,0408}$ (fêmeas). As exigências líquidas, em g/kg de GPCVZ, de todos os minerais estudados estão de acordo com os valores encontrados na literatura para animais Nelore ou com algum grau de sangue Nelore. As exigências líquidas de energia para ganho aumentam à medida que se aumenta o peso vivo dos animais e as exigências líquidas de proteína para ganho diminuem à medida que se aumenta o peso vivo dos animais. A eficiência de uso da proteína metabolizável para ganho de peso é de aproximadamente 50%. Conclui-se que é possível estimar a composição de macrominerais no corpo vazio de Nelore a partir da seção HH.

Palavras-chave: bovinos de corte, energia metabolizável, minerais, proteína metabolizável, seção HH

Nutrient requirements of Nellore cattle of three genders and corporal and carcass composition prediction using the section between 9th and 11th ribs

Abstract – The objective of this work was to validate Hankins and Howe (1946) equations, to estimate the carcass physic composition, and the Paulino (2002) equations, to estimate the empty body weight macromineral composition of Nellore cattle; determine the metabolizable requirements of energy for maintenance and liquid requirements of crude protein, energy and macromineral for gain, and also the efficiency of conversion of liquid protein requirements into metabolizable protein requirements in Nellore cattle. Twenty seven Nellore (9 bulls, 9 steers and 9 heifers) were used, being nine animals (three of each genders) slaughtered at the beginning performing the reference group. The 18 animals remaining (6 of each gender) were allotted in two levels of concentrate offer (1,0% and 1,25% of live weight) and fed over 112 days. At the end of the trial all animals were slaughtered to determine the empty body weight and chemical corporal composition. From left carcass the HH section was obtained. The liquid requirements for gain were obtained by deriving the equation of corporal content of each nutrient, in function of log of empty body weight. The metabolizable energy requirements for maintenance were estimated by a regression of retained energy and metabolizable energy intake. The efficient conversion into metabolizable protein was estimated by regressing the protein retained and metabolizable protein intake. Paulino's (2002) equation was efficient to

estimate Ca concentration in the empty body weight. For all macromineral were proposed new equations to estimate its contents in empty body weight using the HH section. The equations obtained for retained energy were: $RE = 0,0559 \cdot EBW^{0,75} \cdot EBWG^{1,1037}$ (bulls); $RE = 0,0738 \cdot EBW^{0,75} \cdot EBWG^{0,9688}$ (steers); $RE = 0,1020 \cdot EBW^{0,75} \cdot EBWG^{1,0408}$ (females). The liquid energy requirements for gain grow with higher live weights and the liquid protein requirements for gain decrease with higher live weights. The efficiency of metabolizable protein is about 50%. It can be concluded that is possible to estimate the macromineral composition using the HH section in Nellore cattle.

Keywords: beef cattle, HH section, macromineral, metabolizable energy, metabolizable protein

INTRODUÇÃO

A atividade de pecuária de corte no Brasil, com produtividade animal de pouco mais de duas arrobas/há/ano, precisa e vem passando por nova fase de transformações, baseadas no uso de tecnologias de produção que possibilitem não só incrementos em produtividade, mas principalmente, em maior rentabilidade ao pecuarista (Valadares Filho et al., 2006).

Segundo Valadares Filho et al. (2005), a produção de carne bovina no Brasil caracteriza-se por sistemas de produção baseados em pastagens recobertas por forrageiras tropicais e em animais predominantemente zebuínos, sendo a raça Nelore a de maior ocorrência, em que mais de 80% do rebanho brasileiro apresenta alguma composição genética derivada de raças zebuínas. Segundo Sainz et al. (2004), o Nelore, com mais de 100 milhões de cabeças espalhadas pelo país, tornou-se a principal raça destinada à produção de carne, em virtude de sua adaptabilidade às condições de criação em ambientes tropicais (clima quente e úmido, presença de endo e ecto-parasitas e padrão de oferta alimentar irregular, seja quali ou quantitativamente). Portanto, determinar as exigências nutricionais de tais animais significa gerar tecnologia de produção adequada às condições brasileiras, notadamente distintas daquelas presentes em países de clima temperado.

O balanceamento adequado de rações e suplementos, assim como a estimativa do desempenho a partir de dietas balanceadas, requer o conhecimento das exigências nutricionais para as diferentes funções e para os diferentes níveis de desempenho. Desta forma, a obtenção de dados para complementar o banco de dados brasileiros de exigências nutricionais representaria uma alternativa mais eficaz de aumento da produtividade e economicidade das dietas dos animais criados no Brasil.

Nos bovinos destinados à produção de carne, as exigências de energia de manutenção podem corresponder a 70% das exigências totais da energia dos animais (NRC, 1996), sendo que o restante da energia líquida é utilizada para síntese de tecidos, proteína e gordura (Ferrell & Jenkins, 1985), denominada energia líquida de ganho. Nesse sentido, as exigências de energia para manutenção e produção representam variáveis de extrema importância dentro dos sistemas produtivos de carne bovina.

O conhecimento da composição corporal e das exigências nutricionais de energia e proteína dos animais tem sido de vital importância para o balanceamento de rações de custo mínimo, de forma a permitir o aproveitamento do potencial genético dos animais de maneira economicamente viável e, deste modo, produzir carne de excelente valor nutritivo com custo acessível para a maioria da população (Freitas et al., 2006).

Porém, a composição corporal deve ser obtida por meio da dissecação total de uma das meia-carcaças do animal, tornando-se, dessa forma, laborioso, além de impedir a comercialização da meia-carcaça, fazendo com que seja um processo de alto custo experimental.

O método do corte das costelas (Hankins & Howe, 1946) têm sido alvo de validação para as condições brasileiras, onde predominam animais zebuínos. Como esse método foi desenvolvido com animais taurinos, que apresentam padrão de deposição dos constituintes corporais, principalmente de gordura, distinto daquele observado em animais zebuínos, a sua aplicabilidade no Brasil passou a ser questionada. Lana (1988), Silva (2001) e Paulino et al. (2005), avaliaram o corte das 9^a-10^a-11^a costelas como um estimador da composição da carcaça e do corpo vazio e concluíram, que as equações desenvolvidas por Hankins & Howe (1946) não foram totalmente aplicáveis a animais zebuínos. Portanto, a utilização da seção entre a 9^a e 11^a costelas para estimar a composição corporal de zebuínos ainda carece de mais estudos e validações. Entretanto, apenas Paulino (2002) fez estudos utilizando a seção HH para estimar a composição corporal de macrominerais no peso de corpo vazio de bovinos zebuínos sendo, portanto, necessária verificação dessas equações para que haja utilização segura em maior escala.

Dessa forma, objetivou-se com esse trabalho: avaliar as equações de Hankins & Howe (1946) para estimação da composição física da carcaça e de Paulino (2002) para estimação da composição de macrominerais no corpo vazio de bovinos Nelore de três classes sexuais; e estimar as exigências de energia metabolizável para manutenção e exigências líquidas de proteína, energia e macrominerais para ganho, além da eficiência de uso da proteína metabolizável, em bovinos Nelore de três classes sexuais.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados 27 bovinos Nelore, sendo nove machos castrados, nove machos inteiros e nove fêmeas, com pesos vivo médio iniciais de 264,0; 285,3 e 293,0 kg, respectivamente. Os animais foram confinados em baias individuais com, providas de comedouros e bebedouros, com área total de 30 m², sendo 8 m² cobertos com telhas de amianto e recobertos por piso de concreto.

Inicialmente, todos os animais foram pesados, identificados e vermifugados, permanecendo por cerca de 30 dias em período de adaptação, recebendo a mesma dieta, constituída de 75% de silagem de milho, 25% de concentrado e 12,5% de PB na MS da dieta.

Após esse período, três animais de cada classe sexual foram abatidos, servindo de referência para estimação da composição corporal inicial dos animais remanescentes. Os 18 animais restantes, sendo seis de cada classes sexual, foram divididos em dois níveis de oferta de concentrado: 1,00% do peso vivo em concentrado (dieta 1) e 1,25% do peso vivo em concentrado (dieta 2). Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3, sendo dois níveis de oferta de concentrado e três classes sexuais, com três repetições.

Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 7:00h e 16:00h e as rações formuladas para serem isoprotéicas (12,5% PB na matéria seca total). Como volumoso foi utilizada a silagem de milho, fornecida à vontade. O concentrado foi formulado à base de milho moído, farelo de soja, sal mineral, sal comum, calcário, uréia e sulfato de amônio (9:1). As sobras foram ajustadas para ficar entre 5 e 10% da matéria seca total fornecida, com água permanentemente à disposição dos animais.

A relação volumoso:concentrado oferecida foi, em média, 68:32 e 62:38 para as dietas 1 e 2, respectivamente, com base na matéria seca. A proporção dos alimentos no concentrado e nas dietas está presente na Tabela 1; A composição química dos ingredientes está na Tabela 2 e a dos concentrados e das dietas oferecidas na Tabela 3.

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes nos concentrados e nas dietas experimentais 1 e 2, na base da matéria seca

Ingredientes	Concentrado (1,00% do PV)	Dieta 1	Concentrado (1,25% do PV)	Dieta 2
Silagem de Milho	-	68,11	-	61,67
Farelo de Soja	18,98	6,05	10,88	4,17
Milho moído	74,18	23,66	83,41	31,97
Calcário	0,96	0,31	1,08	0,42
Mistura Mineral ¹	1,35	0,43	0,90	0,34
Uréia	2,60	0,83	2,09	0,80
Sulfato de Amônio	0,42	0,13	0,40	0,15
Sal	1,50	0,48	1,24	0,47

¹ – Composição: 24,0% de Ca; 17,4% de P; 100,0 ppm de Co; 1.250,0 ppm de Cu; 1.795,0 ppm de Fe; 2.000,0 ppm de Mn; 15,0 ppm de Se; 5.270,0 ppm de Zn; 90,0 ppm de I.

Tabela 2 – Composição químico-bromatológica dos ingredientes utilizados nas rações experimentais

Itens	Silagem de Milho	Farelo de Soja	Milho moído
MS (%)	26,53	88,65	85,14
MO ¹	92,25	94,03	98,94
PB ¹	5,75	49,14	8,17
PIDN/PB ²	20,76	6,10	21,25
EE ¹	2,51	1,25	2,56
FDNcp ¹	52,62	15,84	16,33
FDN ¹	56,43	18,93	18,44
CNFcp ¹	31,37	27,80	71,88
CNF ¹	27,56	24,71	69,77
FDA ¹	34,18	11,52	2,57
Lignina ¹	4,18	0,50	0,58
Sílica ¹	2,77	0,00	0,17
FDNi ¹	23,26	2,41	1,70
FDAi ¹	13,46	0,86	0,72

¹ - % na MS; ² - % da PB.

Tabela 3 – Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não-fibrosos corrigidos (CNFcp), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) e fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), dos concentrados e das dietas experimentais oferecidas, na base da matéria seca e teor de nutrientes digestíveis totais (NDT), de energia digestível (ED, Mcal/kg MS) e metabolizável (EM, Mcal/kg MS) das dietas.

Itens	Concentrado (1,00% do PV)	Dieta 1	Concentrado (1,25% do PV)	Dieta 2
MS	85,78	48,34	86,01	51,91
MO	94,27	93,76	95,25	94,18
PB	22,71	11,40	18,03	10,68
EE	2,14	2,91	2,27	2,89
FDNcp	15,12	42,54	15,34	40,03
CNF	59,02	38,37	63,38	42,06
NDT	-	72,15	-	72,28
ED	-	2,87	-	2,96
EM	-	2,35	-	2,43

A quantidade de ração oferecida e de sobras foi registrada diariamente, por animal, e foram coletadas amostras, também diárias, do volumoso e das sobras. Ao final de cada semana, uma amostra composta foi elaborada e pré-seca. Posteriormente, foi feita outra amostra composta, proporcional por período de 28 dias, com base no peso seco ao ar de cada amostra semanal. Os alimentos concentrados foram amostrados diretamente na fábrica de rações da Universidade Federal de Viçosa, durante a mistura dos mesmos, e, ao final do experimento, foi obtida uma amostra composta dos alimentos (farelo de soja e milho moído).

Todas as pré-secagens foram realizadas em estufa ventilada (60°C) e as moagens em moinho de peneira de malha de 1mm, sendo as amostras obtidas armazenadas em recipientes de plástico para posteriores análises laboratoriais.

O experimento teve duração de 112 dias, divididos em quatro períodos de 28 dias cada, ao final dos quais os animais eram pesados. Todas as pesagens foram precedidas de jejum alimentar de sólidos de 16 horas. As pesagens ao final de cada período tinham como objetivo monitorar o ganho de peso dos animais e proporcionar um ajuste semanal na quantidade de concentrado fornecido. Com base do ganho médio obtido por cada animal no período anterior, o peso vivo foi estimado, ao início de cada semana, e a oferta do concentrado foi corrigida semanalmente com base nesse peso estimado.

O abate ao final do experimento foi realizado de forma escalonada e aleatória, sempre com um animal de cada um dos seis tratamentos por dia, totalizando três dias de abate. Dessa forma os animais permaneceram 106, 110 ou 112 dias em confinamento.

Após o abate, o trato gastrintestinal (rúmen, retículo, omaso, abomaso e intestinos delgado e grosso) de cada animal foi esvaziado e lavado. Os pesos do coração, pulmões, fígado, baço, rins, gordura interna, carne industrial, mesentério, cauda e aparas (traquéia, esôfago e aparelho reprodutor), juntamente com os do trato gastrintestinal lavado, foram somados aos das demais partes do corpo (carcaça, cabeça, couro, pés e sangue) para determinação do peso de corpo vazio (PCVZ). A relação média obtida entre o PCVZ e o peso vivo (PV) dos animais referência foi utilizada para a estimar o PCVZ inicial dos animais que permaneceram no experimento.

O couro retirado durante o abate foi pesado e uma amostra de 400 cm² foi retirada da região posterior esquerda de cada animal. Esta foi picada e armazenada a -20° C para posteriores análises laboratoriais. Dentro de cada tratamento, foi sorteado um animal, aleatoriamente, do qual reteve-se a cabeça e dois membros (um anterior e outro posterior). A cabeça e os membros foram dissecados em couro, tecido mole e osso. O peso do couro obtido na dissecação da cabeça e dos membros foi adicionados ao couro retirado no momento do abate, obtendo-se, assim, o peso total do couro de cada animal. O tecido mole da cabeça e dos pés foram moídos, enquanto os ossos serrados, sendo amostrados e armazenados para posteriores análises laboratoriais. As composições física e química da cabeça e dos membros, obtidas nos animais sorteados, dentro de cada tratamento, foram utilizadas para a obtenção das composições dos demais animais pertencentes ao mesmo tratamento.

A carcaça de todos os animais foi dividida em duas meia-carcaças, as quais foram pesadas e, em seguida, resfriadas em câmara fria a -5°C, durante aproximadamente 18 horas. Decorrido esse tempo, as meia-carcaças foram retiradas da câmara fria, pesadas, e foi obtida uma amostra da carcaça esquerda, correspondente à seção entre as 9ª e 11ª costelas (Seção HH), para dissecação e predição das proporções de músculos, ossos e tecido adiposo na carcaça, segundo equações preconizadas por Hankins & Howe (1946):

Proporção de músculo: $Y = 16,08 + 0,80 X$;

Proporção de tecido adiposo: $Y = 3,54 + 0,80 X$;

Proporção de ossos: $Y = 5,52 + 0,57 X$, em que:

X = Percentagem dos componentes na seção HH;

Também foram testadas as equações propostas por Paulino (2002) para predição dos componentes minerais no peso de corpo vazio:

% Ca PCVZ = $0,410731 + 0,632149 X$;

% P PCVZ = $0,321949 + 0,446450 X$;

% Na PCVZ = $0,069185 + 0,750630 X$;

% K PCVZ = $0,0240694 + 0,758359 X$;

% Mg PCVZ = $0,0156984 + 0,436160 X$;

Sendo X os teores desses componentes na seção HH.

Os dados estimados pela seção entre a 9ª e a 11ª costelas e observados na carcaça e no peso de corpo vazio foram comparados por meio de análise de regressão sendo $H_0: \beta_0=0$ e $\beta_1=1$ e H_a : não H_0 . Para o valor P menor de 0,05 detectou-se diferença entre valores observados e estimados.

A meia-carcaça direita de cada animal foi totalmente dissecada, procedendo-se à separação dos componentes músculo, gordura e ossos que foram, posteriormente, pesados para avaliação da composição física da mesma. O tecido muscular e o tecido adiposo foram moídos ao passo que o tecido ósseo foi serrado. Foi retirada uma amostra representativa de cada componente e, posteriormente, foi obtida uma amostra composta de carne + gordura, proporcional ao peso dos mesmos na carcaça. Para amostragem do tecido ósseo, os ossos da carcaça foram divididos em três categorias: ossos longos, costelas e vértebras. Cada tipo de osso foi pesado separadamente, retirando-se, proporcionalmente, uma sub-amostra de cada categoria, que compuseram, depois de homogeneizadas, uma amostra dos ossos da carcaça. Todos os procedimentos descritos acima, desde o abate, foram procedidos da mesma forma para os animais referência, abatidos no início do experimento.

O rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado, intestino grosso, gordura interna, mesentério, fígado, coração, rins, pulmão, língua, baço, carne industrial e aparas (esôfago, traquéia e aparelho reprodutor) foram triturados conjuntamente em *cutter* industrial por 20 minutos, homogeneizados e então uma amostra denominada órgãos e vísceras foi obtida.

As amostras de sangue foram coletadas imediatamente após o abate e sangria, acondicionadas em recipiente de vidro e levadas à estufa de ventilação forçada (60°C) durante 48 a 72 horas, para quantificação do teor de (MS), sendo, a seguir, moídas em moinho de bola e acondicionadas em recipientes para posteriores análises de nitrogênio total, extrato etéreo e minerais, conforme Silva & Queiroz (2002).

As amostras de órgãos e vísceras (200g), de músculo + gordura (200 g), de couro (100 g), de ossos (100 g), tecidos mole da cabeça (200g) e dos pés (100g) foram acondicionadas em vidros com capacidade de 500 mL e levadas à estufa a 105°C, por período entre 48 a 72 horas, para avaliação da matéria seca gordurosa (MSG).

Posteriormente, as amostras foram submetidas a lavagens sucessivas com éter de petróleo, obtendo-se a matéria seca pré-desengordurada (MSPD). Em seguida, as amostras foram moídas em moinho de bola, para posteriores avaliações de nitrogênio total, extrato etéreo e cinzas, conforme Silva & Queiroz (2002). A gordura removida no pré-desengorduramento foi calculada pela diferença entre a MSG e a MSPD, cujo resultado foi adicionado aos obtidos para o extrato etéreo residual na MSPD, para determinação do teor total de gordura.

Os conteúdos corporais de gordura, proteína e macrominerais foram determinados em função das concentrações percentuais destes nos órgãos e vísceras, no couro, no sangue, na cabeça, nos pés e nas amostras da meia-carcaça esquerda (ossos e músculo + gordura).

As estimativas da energia corporal foram obtidas a partir dos teores corporais de proteína e gordura e seus respectivos equivalentes calóricos, conforme a equação preconizada pelo ARC (1980):

$CE = 5,6405 X + 9,3929 Y$, em que:

CE = conteúdo energético (Mcal);

X = proteína corporal (kg);

Y = gordura corporal (kg).

Os conteúdos de gordura, proteína, energia e macrominerais retidos no corpo dos animais de cada tratamento, foram estimados por meio de equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de proteína, gordura, energia, ou do macromineral específico em função do logaritmo do PCVZ, segundo o ARC (1980), conforme o seguinte modelo:

$Y_i = a + bX_i + e_i$, em que:

Y_i = logaritmo do conteúdo total de proteína (kg), gordura (kg), energia (Mcal) ou macromineral (kg) retido no corpo vazio;

a = intercepto;

b = coeficiente de regressão do logaritmo do conteúdo de gordura, proteína, energia ou do macromineral em função do logaritmo do PCVZ;

X_i = logaritmo do PCVZ;

e_i = erro aleatório.

Derivando-se a equação de predição do conteúdo corporal de energia, proteína, ou do macromineral específico em função do logaritmo do PCVZ foi obtida a equação de predição do conteúdo de energia, proteína ou macromineral por kg de ganho de PCVZ, que corresponde às exigências líquidas de energia, proteína ou do macromineral específico para ganho de um kg de PCVZ, sendo obtidas a partir de equação do tipo:

$Y' = b \cdot 10^a \cdot X^{b-1}$, em que:

Y' = conteúdo de energia, proteína ou de cada macromineral, no ganho, ou exigências líquidas para ganho de peso;

a e b = intercepto e coeficiente de regressão, respectivamente, das equações de predição do conteúdo corporal de energia, proteína e macrominerais;

$X = \text{PCVZ (kg)}.$

Para conversão do PV em PCVZ foram calculadas as relações entre o PCVZ e o PV dos animais mantidos no experimento, dentro de cada classe sexual, que foram, então, utilizadas para conversão das exigências para ganho de PCVZ em exigências para ganho de PV.

Foram ajustadas equações de regressão entre a energia retida (ER, Mcal/dia) e o ganho diário de PCVZ (GPCVZ, kg/dia), para determinado PCVZ metabólico ($\text{kg}^{0,75}$), conforme preconizado pelo NRC (1984). Segundo o método do NRC (1984), obtém-se equação de regressão entre o logaritmo da $\text{ER/kg PCVZ}^{0,75}$ em função do logaritmo do ganho de peso de corpo vazio, segundo o modelo:

$$\text{Log (ER/PCVZ}^{0,75}) = b \times \text{log GPCVZ} + a.$$

A partir dessa equação, obteve-se a relação entre a ER em função do PCVZ metabólico e do GPCVZ, da seguinte forma:

$$\text{ER (Mcal/dia)} = 10^a \times \text{PCVZ}^{0,75} \times \text{GPCVZ}^b.$$

Assim, a equação final foi representada pelo modelo:

$$\text{ER (Mcal/dia)} = c \times \text{PCVZ}^{0,75} \times \text{GPCVZ}^b.$$

As exigências de energia metabolizável para manutenção foram estimadas a partir da relação entre a energia retida ($\text{ER, Mcal/kg PCVZ}^{0,75}$) e o consumo de energia metabolizável (CEM, $\text{Mcal/kg PCVZ}^{0,75}$), segundo o modelo:

$$\text{ER (Mcal/kg PCVZ}^{0,75}) = \beta_1 \times \text{CEM (Mcal/kg PCVZ}^{0,75}) + \beta_0,$$

em que β_1 representa a eficiência de uso da energia metabolizável para ganho de peso. Igualando-se a ER a 0 na equação acima foi obtido o consumo de energia em que

a retenção de energia é nula, representando, desta forma as exigências de energia metabolizável para manutenção (EMm). Assim, a EMm foi obtida pela razão entre os coeficientes β_0 e β_1 da equação acima ($EMm = \beta_0/\beta_1$). Para obtenção dos parâmetros β_0 e β_1 da equação acima, foi utilizado o método da regressão ortogonal, conforme preconizado por Fuller (1987), uma vez que assumiu-se que existem erros associados às duas variáveis (ER e CEM). A estimação dos parâmetros da regressão ortogonal é realizada visando minimizar a distância perpendicular entre os valores estimados e a reta dos valores observados, sendo essa minimização não dependente de um eixo específico (Dissanaiké & Wang, 2001).

Os parâmetros da equação foram obtidos da seguinte forma:

$$\beta_0 = \bar{Y} - \beta_1 \bar{X};$$

$$\beta_1 = (\sigma_y^2 - \sigma_x^2 + ((\sigma_y^2 - \sigma_x^2)^2 + 4\sigma_{xy}^2)^{0.5})/2\sigma_{xy}$$

Sendo:

$\bar{X}$ = média da variável independente (consumo de energia metabolizável);

$\bar{Y}$ = média da variável dependente (energia retida);

σ_x^2 = variância de X; σ_y^2 = variância de Y; σ_{xy} = covariância entre X e Y.

Foram construídas equações de ER em função do CEM separadamente para cada classe sexual.

O consumo de energia metabolizável foi obtido a partir do consumo de energia digestível, multiplicado pelo fator 0,82 (NRC, 2000). O consumo de energia digestível foi obtido a partir dos teores de nutrientes digestíveis totais, multiplicados pelos seus respectivos valores calóricos, obtidos no experimento descrito do capítulo 1, utilizando-se coleta total de fezes.

Para a estimação da eficiência de conversão das exigências líquidas de proteína em exigências de proteína metabolizável, foi obtida uma equação para proteína retida (PBret/PCVZ) em função do consumo de proteína metabolizável (CPMet/PCVZ). O coeficiente angular dessa equação corresponde à essa eficiência. Foi obtida uma equação conjunta para as três classes sexuais.

O consumo de proteína metabolizável foi calculado como a soma da proteína degradada no rúmen (PDR) digestível e da proteína não-degradada no rúmen digestível. A PDR foi obtida a partir do consumo de NDT (NRC, 2001), ou seja, 130g de PB microbiana/kg de NDT consumido, sendo multiplicada pelo fator 0,64 na transformação para proteína verdadeira microbiana digestível. Foi considerado o valor de 80% de digestibilidade para a PNDR.

Os dados obtidos neste experimento foram analisados em conjunto com os dados de manutenção (provenientes de 12 observações, quatro de cada classe sexual) usados na tese de Paulino (2006), que teve animais provindos da mesma fazenda e recebendo o mesmo manejo alimentar, pois não tiveram animais alimentados em nível de manutenção neste presente trabalho.

Os resultados foram interpretados estatisticamente por meio de análises de variância e regressão, utilizando-se o programa SAS (1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a obtenção do peso de corpo vazio inicial dos animais (PCVZi) foi utilizada a relação média PCVZ/PV obtida no abate referência. Não houve influência da classe sexual ($P>0,05$) na relação PCVZ/PV, sendo obtido valor médio de 0,874, que é menor que o valor de 0,891, sugerido pelo NRC (1996). Vêras et al. (2000), também utilizando bovinos Nelore, encontraram valor de 0,844.

Para conversão das exigências para ganho de PCVZ (GPCVZ) em exigências para ganho de peso vivo (GPV), foram encontrados valores médios de 0,949 para machos castrados, 1,014 para machos inteiros e 1,011 para fêmeas, não diferindo entre si ($P>0,05$) pela análise de variância. Pelo intervalo de confiança, a 5% de probabilidade, para a relação GPCVZ/GPV ($IC = 0,965 \leq GPCVZ/GPV \leq 1,017$) observou-se que a relação não diferiu estatisticamente de 1, assim, nas condições deste trabalho, os mesmos valores encontrados para os requisitos líquidos para ganho de 1 kg de PV podem ser utilizados para os requisitos para ganho de 1 kg de PVCZ.

Na Tabela 4 são apresentados os dados referentes à composição física da carcaça, observados ou estimados pela seção HH, de todos os animais do experimento,

incluindo os animais referência, podendo-se visualizar a amplitude dos valores mínimos e máximos, as médias e seus respectivos desvios padrão.

Tabela 4 – Médias, desvio padrão e amplitude para as porcentagens dos tecidos muscular, adiposo e ósseo observadas ou estimadas pela seção HH

Itens	Composição observada	Composição estimada
Tecido Muscular		
Média (%)	64,45	58,76
Desvio padrão (%)	3,50	3,35
Amplitude (%)	60,21 – 66,54	51,59 – 64,04
Tecido Adiposo		
Média (%)	18,05	24,81
Desvio padrão (%)	5,60	6,14
Amplitude (%)	9,12 – 28,43	17,10 – 28,16
Tecido Ósseo		
Média (%)	17,50	16,96
Desvio padrão (%)	2,89	2,63
Amplitude (%)	12,70 – 23,21	13,46 – 21,91

As estimativas dos parâmetros da equação de regressão das porcentagens observadas na carcaça para os tecidos muscular, adiposo e ósseo em função das porcentagens estimadas pela seção HH desses mesmos componentes estão na Tabela 5.

Tabela 5 – Estimativas dos parâmetros, valores descritivos de probabilidade para a hipótese de nulidade e coeficientes de determinação (r^2) para as regressões entre valores observados e estimados das porcentagens de tecido muscular, tecido adiposo e tecido ósseo da carcaça.

Tecidos	Intercepto (β_0)	Coef. Inclinação (β_1)	Valor P ¹	r^2
Muscular	20,93255	0,58688	<0,0001	0,3748
Adiposo	7,06440	0,98277	<0,0001	0,8035
Ósseo	2,64881	0,81797	0,0123	0,8036

¹ – H_0 : $\beta_0 = 0$ e $\beta_1 = 1$, H_a = não H_0 .

Verifica-se que as análises estatísticas das regressões encontradas apontaram que a hipótese de nulidade para as três características foi rejeitada, ou seja, a seção HH não estimou bem os componentes tecidos adiposo, muscular e ósseo na carcaça de bovinos Nelore. O tecido muscular foi subestimado em 8,83% pela seção HH e o tecido adiposo foi superestimado em 37,45%, como pode se observar na Figura 1. O tecido

ósseo foi o que se comportou de maneira mais próxima, porém sem a confirmação estatística. Lanna (1988), Silva (2001) e Paulino et al. (2005) já haviam observado esse comportamento para o tecido adiposo.

Entretanto, a seção HH foi desenvolvida para animais taurinos e Karnuah (2001) afirmou que a acurácia de uma equação de predição deve reduzir-se quando as equações são aplicadas para estimar a composição de carcaça de animais pertencentes a outra população ou a outro grupamento genético.

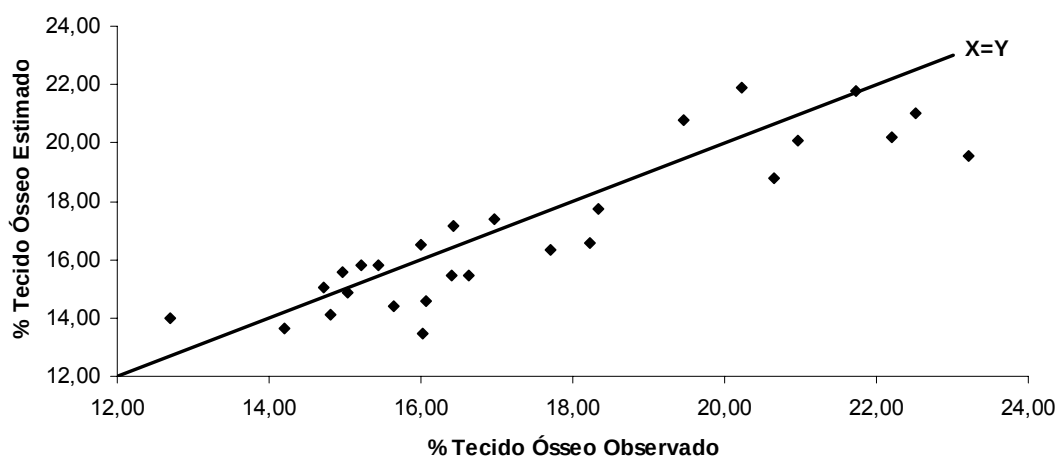
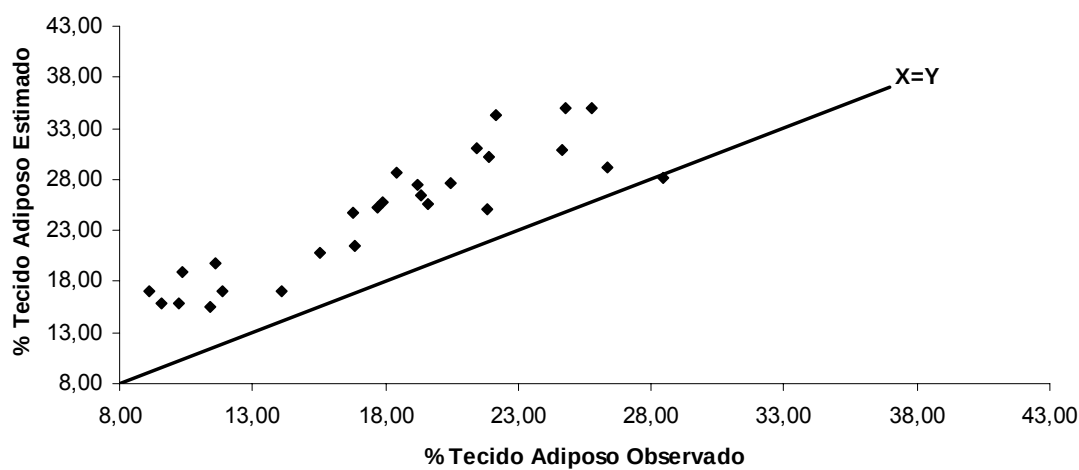
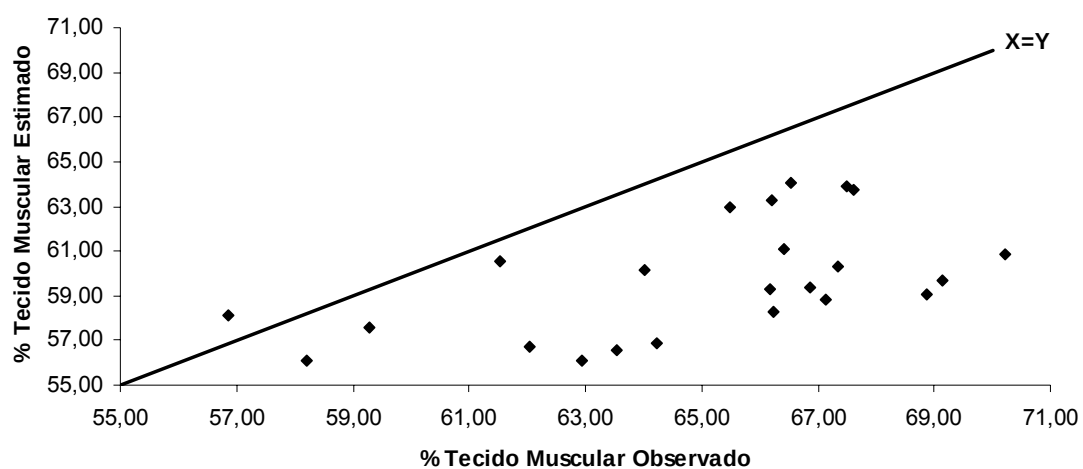


Figura 1 – Relação entre os teores (%) observados na carcaça e estimados pela seção HH dos tecidos muscular, adiposo e ósseo.

No entanto, a seção HH apresenta-se como uma alternativa promissora para o desenvolvimento de pesquisas sem a necessidade de dissecação completa da carcaça, como verificou Paulino (2002), onde a seção HH predisse bem o teor desses três tecidos na carcaça de animais anelados castrados.

Porém, para estimação da composição química do animal são necessárias equações que estimem a composição química do animal a partir da composição química da seção HH. Algumas pesquisas no Brasil já foram realizadas com esse intuito e algumas equações já foram desenvolvidas (Lanna, 1988; Alleoni et al., 2001; Silva, 2001; Henrique et al., 2003; Paulino et al., 2005).

Valadares Filho et al. (2006) compilaram dados brasileiros, incluindo os do presente trabalho, e elaboraram equações para predição dos teores de água, extrato etéreo, proteína e minerais no peso de corpo vazio de animais zebuínos, sendo necessários, no entanto, mais trabalhos para a validação dessas equações.

A literatura brasileira já dispõe de grande quantidade de dados para a predição da composição química de proteína e energia no corpo vazio a partir da seção HH. Entretanto, apenas Paulino (2002) apresentou equações para a predição dos teores de macrominerais no peso de corpo vazio a partir de suas composições na seção HH.

Na Tabela 6 são apresentados os dados referentes à composição de macrominerais, observados no peso de corpo vazio ou estimados pela seção HH, utilizando as equações de Paulino (2002), de todos os animais do experimento, incluindo os animais referência, podendo-se visualizar a amplitude dos valores mínimos e máximos, as médias e seus respectivos desvios padrão.

Tabela 6 – Médias, desvio padrão e amplitude para as porcentagens dos macrominerais observadas ou estimadas pela seção HH

Itens	Composição observada	Composição estimada
		Ca
Média (%)	2,42	2,46
Desvio padrão (%)	0,51	0,51
Amplitude (%)	1,70 – 3,60	1,61 – 3,80
		P
Média (%)	0,86	0,79
Desvio padrão (%)	0,15	0,12
Amplitude (%)	0,634 – 1,235	0,619 – 1,062
		Na
Média (%)	0,149	0,165
Desvio padrão (%)	0,008	0,016
Amplitude (%)	0,133 – 0,170	0,141 – 0,193
		Mg
Média (%)	0,049	0,042
Desvio padrão (%)	0,009	0,006
Amplitude (%)	0,035 – 0,076	0,032 – 0,055
		K
Média (%)	0,182	0,197
Desvio padrão (%)	0,014	0,012
Amplitude (%)	0,158 – 0,211	0,175 – 0,223

Os parâmetros da equação de regressão das porcentagens observadas no peso de corpo vazio para os macrominerais, em função das porcentagens estimadas pela seção HH desses mesmos componentes, estão na Tabela 7.

Tabela 7 – Estimativa dos parâmetros, valores descritivos de probabilidade para a hipótese de nulidade e coeficientes de determinação (r^2) para as regressões entre valores observados e estimados das porcentagens dos macrominerais no peso de corpo vazio.

Tecidos	Intercepto (β_0)	Coef. Inclinação (β_1)	Valor P ¹	r^2
Ca	0,52391	0,80304	0,3667	0,5286
P	0,29725	0,57686	<0,0001	0,5437
Na	0,05993	0,70134	<0,0001	0,1346
Mg	0,01953	0,46488	<0,0001	0,5494
K	0,14220	0,29706	<0,0001	0,1149

¹ – H_0 : $\beta_0 = 0$ e $\beta_1 = 1$, H_a = não H_0 .

Observa-se pela Tabela 7 e Figura 2, que apenas a equação para o Ca foi eficiente em estimar a porcentagem de Ca no corpo vazio dos animais. As equações para Mg e P subestimaram, em média, em 14,22% e 7,72% os teores desses minerais no corpo vazio e aquelas para K e Na superestimaram, em média, em 7,41% e 10,31% os teores desses minerais no corpo vazio.

As equações utilizadas para a estimação do teor de minerais no peso de corpo vazio dos animais foram obtidas com dados de apenas 19 animais presentes no experimento de Paulino (2002), e, para obtenção de equações confiáveis, são necessários mais dados, para que se tenha a maior representabilidade possível. Essa pode ser uma explicação para que apenas a equação para o Ca tenha sido eficiente em estimar a composição no corpo vazio dos animais. Além disso, os animais utilizados por Paulino (2002) eram apenas anelorados e isso pode diminuir a aplicabilidade das equações propostas para animais Nelore puros (Karnuah, 2001).

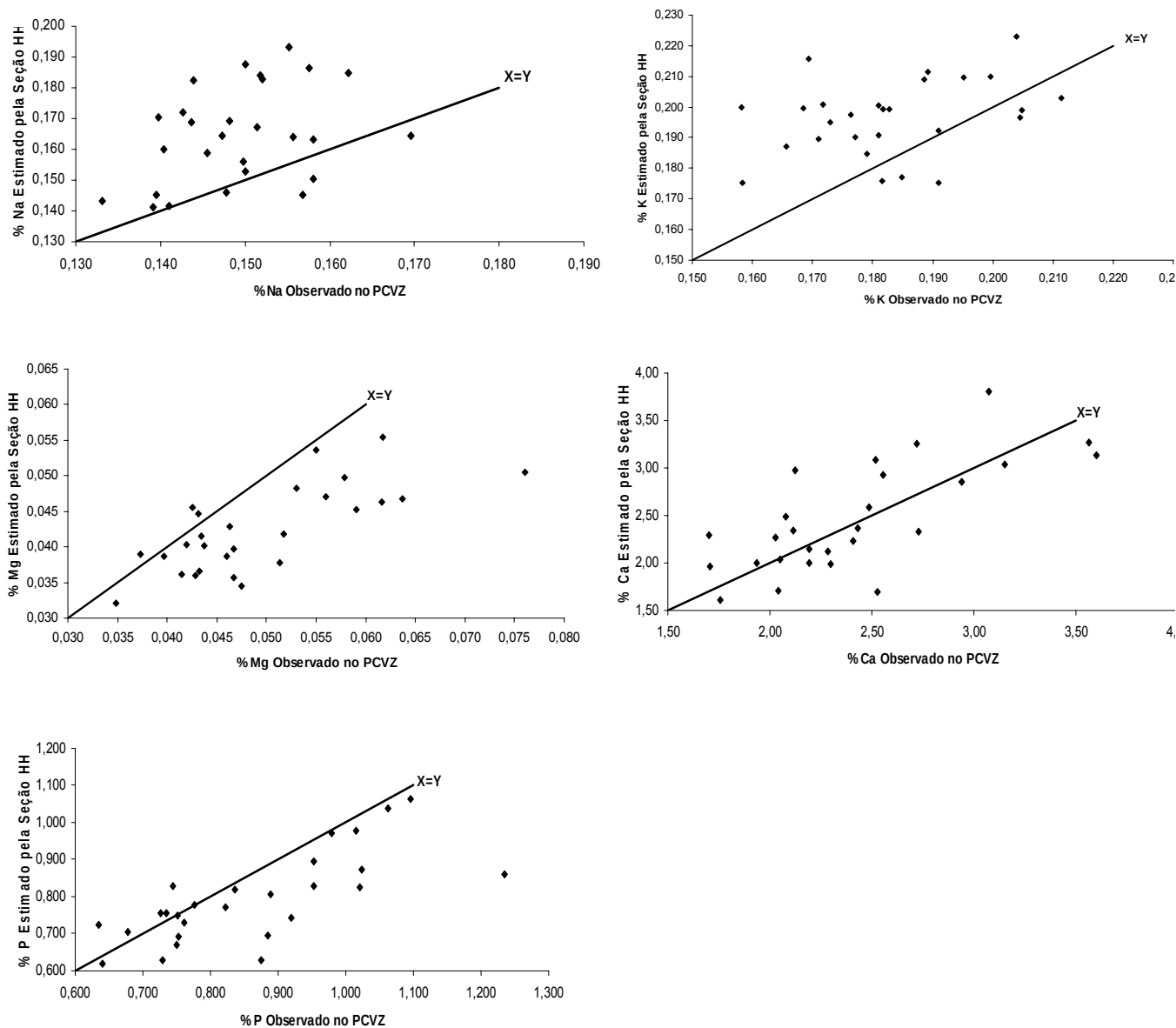


Figura 2 – Relação entre os teores (%) observados no corpo vazio e estimados pela seção HH de Na, K, Mg, Ca e P.

A partir dos dados obtidos neste experimento e somados aos dados obtidos por Paulino (2002), foram desenvolvidas novas equações para se estimar o teor de P, Mg, Na e K no corpo vazio de animais zebuínos a partir da composição desses minerais na seção HH. Apesar da não significância observada para o Ca, devido ao baixo número de

repetições que gerou sua equação, também foram desenvolvidas novas equações para este mineral.

A representação gráfica dos pontos sobre a equação ajustada pode ser observada na Figura 3 e as equações estão descritas abaixo:

$$\% \text{ P PCVZ} = 0,38222 + 0,42405 * \% \text{ P seção HH, } r^2 = 0,70 \text{ (P<0,0001);}$$

$$\% \text{ Na PCVZ} = 0,11108 + 0,28862 * \% \text{ Na seção HH, } r^2 = 0,31 \text{ (P<0,0001);}$$

$$\% \text{ K PCVZ} = 0,03565 + 0,67317 * \% \text{ K seção HH, } r^2 = 0,60 \text{ (P<0,0001);}$$

$$\% \text{ Mg PCVZ} = 0,00963 + 0,62601 * \% \text{ Mg seção HH, } r^2 = 0,73 \text{ (P<0,0001);}$$

$$\% \text{ Ca PCVZ} = 0,7334 + 0,5029 * \% \text{ Ca seção HH, } r^2 = 0,71 \text{ (P<0,0001)}$$

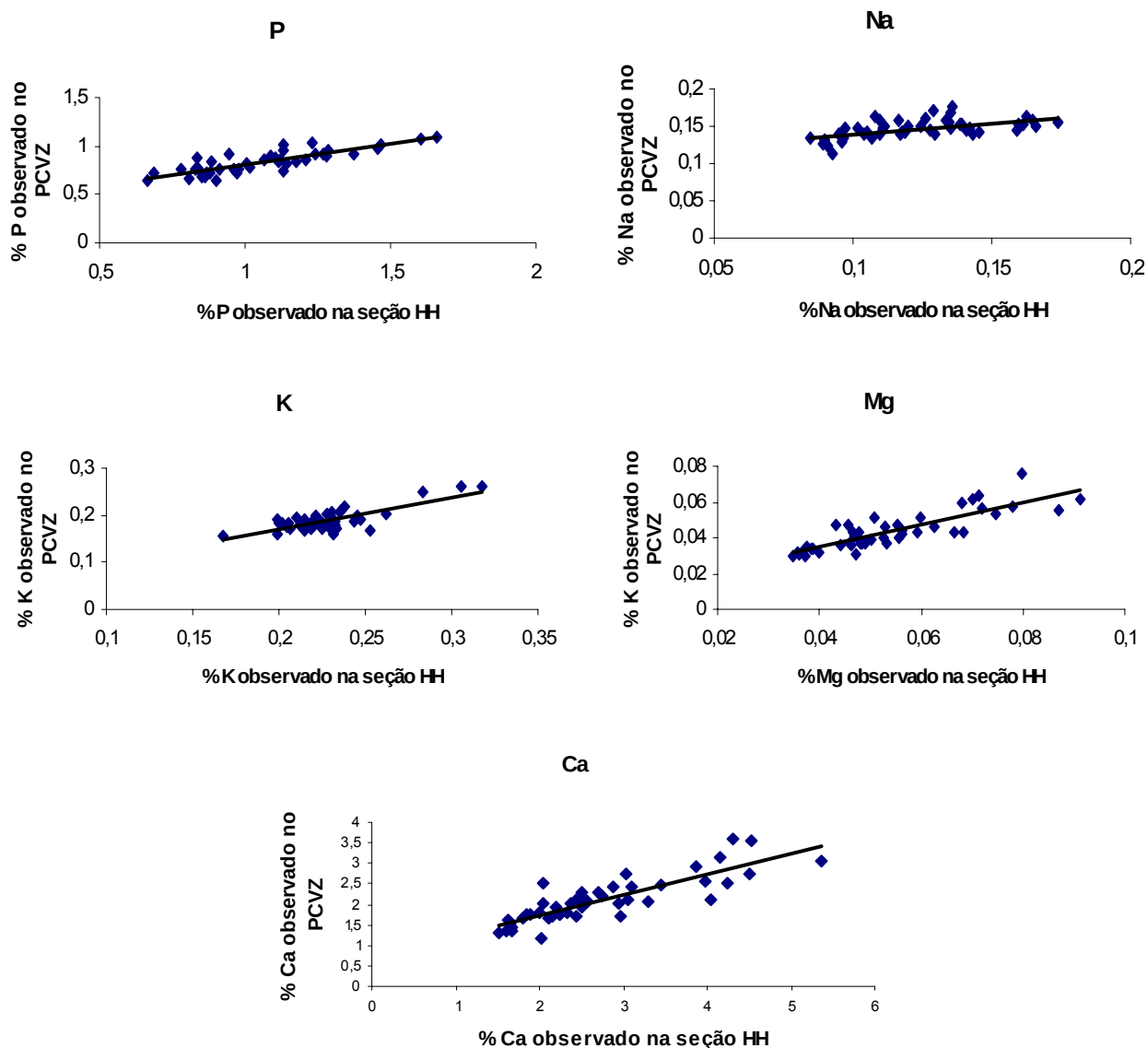


Figura 3 – Representação dos valores de P, Na, K e Mg observados na seção HH em função daqueles observados no peso de corpo vazio (PCVZ).

Na Tabela 8 são apresentados os parâmetros das equações de regressão do logaritmo dos conteúdos corporais de cálcio, fósforo, magnésio, potássio e sódio no corpo vazio, em função do peso de corpo vazio, obtidos para cada classe sexual.

Tabela 8 – Parâmetros das equações de regressão do logaritmo dos conteúdos de cálcio, fósforo, magnésio, potássio ou sódio (kg) no corpo vazio, em função do logaritmo do peso de corpo vazio (kg) para as três classes sexuais.

Classe Sexual	Parâmetros		
	Intercepto (β_0)	Coef. Inclinação (β_1)	r^2
		Cálcio	
Inteiros	-0,2122	0,4469	0,6635
Castrados	-0,3782	0,4965	0,5612
Fêmeas	-0,6781	0,6018	0,3401
		Fósforo	
Inteiros	-1,2383	0,6699	0,8858
Castrados	-1,1360	0,6329	0,6607
Fêmeas	-1,2232	0,6481	0,7189
		Sódio	
Inteiros	-2,8473	1,0092	0,9845
Castrados	-2,7750	0,9830	0,9361
Fêmeas	-2,5554	0,8847	0,9436
		Potássio	
Inteiros	-2,0604	0,7311	0,9503
Castrados	-2,1991	0,7874	0,9764
Fêmeas	-1,9995	0,6948	0,9194
		Magnésio	
Inteiros	-2,0111	0,4924	0,5674
Castrados	-1,9646	0,4683	0,7674
Fêmeas	-2,1311	0,5118	0,8552

Observa-se que as equações se ajustaram satisfatoriamente aos dados referentes aos conteúdos de minerais, com exceção do cálcio, onde os coeficientes de determinação foram relativamente baixos. Paulino (2002), Paulino (1996) e Vêras (2000) observaram que os coeficientes de correlação foram baixos para o magnésio e para o sódio, fato não observado neste experimento.

As exigências líquidas de cálcio, fósforo, magnésio, potássio e sódio, por kg de GPCVZ encontram-se apresentadas na Tabela 9.

Tabela 9 – Exigências líquidas de macrominerais (Ca, P, Mg, K e Na) em g/kg GPCVZ para machos inteiros (MI), machos castrados (MC) e fêmeas (FE) Nelore

PV (kg)	Classe Sexual	Exigências Líquidas				
		Ca	P	Mg	K	Na
250	MI	13,89	6,50	0,31	1,49	1,51
	MC	13,91	6,44	0,29	1,59	1,51
	FE	13,84	5,80	0,27	1,34	1,32
300	MI	12,56	6,11	0,28	1,42	1,51
	MC	12,69	6,03	0,27	1,53	1,50
	FE	12,52	5,44	0,25	1,27	1,29
350	MI	11,53	5,80	0,26	1,36	1,51
	MC	11,74	5,69	0,24	1,14	1,50
	FE	11,49	5,15	0,23	1,21	1,27
400	MI	10,71	5,55	0,24	1,32	1,51
	MC	10,98	5,42	0,23	1,08	1,49
	FE	10,67	4,92	0,22	1,16	1,25
450	MI	10,03	5,33	0,23	1,27	1,52
	MC	10,35	5,19	0,21	1,03	1,49
	FE	10,00	4,72	0,20	1,12	1,23

Os resultados indicaram que as exigências líquidas, em g/kg GPCVZ, diminuíram para os macrominerais estudados, com o aumento do peso vivo. À medida que o peso dos animais aumentou, houve um decréscimo na participação no tecido ósseo do corpo vazio e, concomitantemente, um aumento na participação de outros tecidos, principalmente do tecido adiposo. Como o tecido ósseo o que possui a maior parte dos minerais presentes no corpo, conseqüentemente há uma diminuição nas exigências dos minerais com a menor participação desse tecido no corpo. Diversos autores observaram comportamento semelhante (Lana, 1991; Paulino, 1996; Vêras, 2000; Silva, 2001; Veloso, 2001; Paulino, 2002).

O ARC (1980) recomenda exigência fixa de Ca de 14 g/kg de GPCVZ, enquanto o AFRC (1991), considerando o peso vivo à maturidade de 450 kg e a relação GPV/GPCVZ = 1, recomenda para animais de 250 a 450 kg, exigências líquidas de 11,19 a 9,83 g/kg de GPCVZ, valores bem próximos aos encontrados neste experimento. Considerando um animal de 400 kg, Paulino (2002) encontrou valor de 11,67 g, Paulino (1996) de 8,63,

Véras (2000) de 8,18 e Silva (2001) de 11,19. Portanto, os valores encontrados neste experimento estão bem próximos à maioria dos dados encontrados na literatura.

Para o fósforo os valores encontrados neste experimento também estão de acordo com a literatura. Para um animal de 400 kg, por exemplo, ganhando 1 kg por dia, e com peso vivo à maturidade de 450 kg, o ARC (1980) recomenda 5,45 g/kg de GPCVZ, o AFRC (1991) 5,96 g, o NRC (1996) 8,0 g, Lana (1991) 5,82, Fontes (1995) 5,39 g e Paulino (2002) 5,62.

As exigências líquidas de magnésio encontradas neste trabalho variaram, em média, de 0,29 e 0,21 g/kg de GPCVZ, quando o peso vivo do animal aumentou de 250 para 450 kg. Esses valores estão de acordo com aqueles encontrados por outros autores (Lana 1991; Fontes 1995; Paulino 2002). O ARC (1980) recomenda um requerimento fixo de 0,45 g/kg de PCVZ, independente do peso do animal, valor bastante superior ao encontrado neste experimento, mas também bem superior aos valores encontrados pelos autores citados anteriormente.

As exigências líquidas de potássio variaram, em média, de 1,47 a 1,14 g/kg GPCVZ, quando o PV dos animais variou de 250 para 450 kg. Esse valores estão de acordo com aqueles encontrados por Lana (1991) e Fontes (1995), mas maiores que os obtidos por Paulino (2002) e menores que a recomendação do ARC (1980). Já para o sódio, os valores encontrados neste experimento estão de acordo com o ARC (1980), mas maiores que aqueles encontrados por Paulino (2002), Lana (1991) e Fontes (1995).

Foram construídas equações do logaritmo do conteúdo de gordura (kg), energia (Mcal) ou proteína (kg) em função do logaritmo do peso de corpo vazio (kg), dentro de cada classe sexual, usando os dados dos animais alimentados com os dois níveis de oferta de concentrado e o grupo referência (Tabela 10).

Tabela 10 – Parâmetros das equações de regressão do logaritmo dos conteúdos de gordura (kg), energia (Mcal) e proteína (kg) no corpo vazio, em função do logaritmo do peso de corpo vazio (kg) de bovinos Nelore de três classes sexuais

Classe Sexual	Parâmetros		
	Intercepto (a)	Coefficiente (b)	r ²
		Gordura (kg)	
Machos Inteiros	-3,6717	2,1467	0,9181
Machos Castrados	-4,3398	2,4493	0,9469
Fêmeas	-3,4286	2,1222	0,9107
		Energia (Mcal)	
Machos Inteiros	-1,0914	1,5975	0,9663
Machos Castrados	-1,549	1,7963	0,9730
Fêmeas	-1,2869	1,7151	0,9338
		Proteína (kg)	
Machos Inteiros	-0,3729	0,8497	0,8836
Machos Castrados	0,0765	0,6654	0,8530
Fêmea	-0,0928	0,7226	0,8609

De acordo com as equações obtidas, observou-se aumento nos conteúdos corporais de gordura e energia, para a três classes sexuais, à medida que o peso vivo aumentou de 300 para 450 kg. Observou-se também que os conteúdos de gordura e energia foram numericamente superior nas fêmeas em relação aos machos castrados que, por sua vez, foi superior aos machos inteiros. Isso demonstra como as fêmeas tendem a depositar gordura mais precocemente, seguido de animais castrados, que reflete nas exigências de energia líquida para ganho (Tabela 11), onde fêmeas apresentam maiores exigências, seguidas pelos machos castrados e, por último, os machos inteiros.

Tabela 11 – Exigências líquidas de energia (Mcal/kg GPCVZ), conteúdo de gordura no ganho de peso do corpo vazio (g/kg GPCVZ) e exigências líquidas de proteína (g/kg GPCVZ) de machos inteiros (MI), machos castrados (MC) e fêmeas (FE) Nelore, em função do peso vivo (PV).

PV (kg)	Classe Sexual	Exigências líquidas de energia	Conteúdo de gordura	Exigências líquidas de proteína
250	MI	3,251	209,258	166,590
	MC	3,726	252,258	150,856
	FE	4,653	388,588	146,621
300	MI	3,619	273,107	155,767
	MC	4,224	350,288	123,780
	FE	4,793	415,035	124,096
350	MI	3,969	325,912	152,200
	MC	4,776	437,977	117,557
	FE	5,351	493,415	118,901
400	MI	4,298	379,840	149,176
	MC	5,312	531,494	112,420
	FE	5,888	573,180	114,578
450	MI	4,612	434,767	146,558
	MC	5,834	630,426	108,076
	FE	6,405	654,176	110,895

Observou-se que, considerando um animal de 400 kg, os machos castrados foram 23% mais exigentes que machos inteiros e 11% menos exigentes que fêmeas. Segundo o NRC (2000), machos castrados são 18% mais exigentes que machos inteiros e 18% menos exigentes que fêmeas, em relação às exigências líquidas de energia para ganho de peso. Observou-se também que a diferença entre inteiros e castrados aumentou de 16 para 26% em termos de exigências de energia, quando o peso variou de 300 para 450 kg, evidenciando que animais inteiros são mais tardios na deposição de gordura do que machos castrados. Por outro lado, a diferença entre animais castrados e fêmeas diminuiu de 13,5 para 10%, nessa mesma variação de peso vivo, mostrando que machos castrados começam a depositar gordura de forma mais pronunciada quando se tornam mais pesados.

A partir dos dados de energia retida (ER, Mcal/dia), peso de corpo vazio médio metabólico ($PCVZ^{0,75}$, $kg^{0,75}$) e do ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ, kg/dia) dos

animais, construíram-se equações para estimar a energia retida a partir desses dois parâmetros. Assim, foram construídas equações para cada classe sexual:

$$\text{Machos inteiros: } ER = 0,0547 \cdot PCVZ^{0,75} \cdot GPCVZ^{1,1037} \quad r^2=0,9895$$

$$\text{Machos castrados: } ER = 0,0738 \cdot PCVZ^{0,75} \cdot GPCVZ^{0,9688} \quad r^2=0,9882$$

$$\text{Fêmeas: } ER = 0,1026 \cdot PCVZ^{0,75} \cdot GPCVZ^{1,0408} \quad r^2=0,9745$$

Teoricamente o coeficiente da variável GPCVZ deveria ser sempre maior que um, pois na medida em que ele aumenta o ganho de peso de corpo vazio, o animal deveria aumentar a deposição e exigência de energia. Porém, provavelmente devido ao pequeno número de repetições (seis) não foi possível encontrar um coeficiente maior que um para machos castrados. Esse fato aconteceu de forma semelhante com outros autores (Paulino, 2002; Silva, 2001), porém ao se agrupar uma grande quantidade de dados (Valadares Filho et al., 2006; NRC, 1996) observa-se que o coeficiente para a variável GPCVZ ultrapassa o valor um.

Considerando como referência um animal com peso de corpo vazio de 300 kg e taxa de ganho de peso de corpo vazio de 0,7 kg/dia, obtêm-se valores de 2,66, 3,77 e 5,10 Mcal/dia para machos inteiros, machos castrados e fêmeas, respectivamente. Outros autores encontraram valores próximos a esses, fazendo uma simulação semelhante. Paulino (2006) encontrou valores de 2,66, 3,36 e 3,67 Mcal/dia, para as mesmas classes sexuais e mesma faixa de peso e desempenho, e segundo o NRC (2000), esses valores seriam de 2,54, 3,10 e 3,65 Mcal/dia, respectivamente. Ao se utilizar as Tabelas Brasileiras de Exigências Nutricionais de Zebuínos (Valadares Filho et al., 2006), obtêm-se exigências de 2,58, 2,96 e 3,58 Mca/dia para animais inteiros, castrados e fêmeas, respectivamente. Trabalhando com animais castrados, para essa mesma simulação, Paulino (2002) sugeriu exigência de 3,67 Mcal/dia e Tedeschi et al. (2002) de 4,08. Já outros autores, estudando animais inteiros encontraram valores também semelhantes a este trabalho. Veras et al. (2000) e Silva (2001) sugerem exigência ao redor de 2,10 Mcal/dia, para machos Nelore inteiros, com 300 kg de peso de corpo vazio e GPCVZ de 0,7 kg/dia.

Observou-se que apenas os valores de exigências de energia líquida para ganho das fêmeas estavam acima dos valores encontrados na literatura, sendo reflexo da maior deposição de gordura e desempenho dos animais deste experimento em relação aos outros dados citados.

O requerimento de energia para manutenção tem sido definido como sendo o consumo de energia metabolizável (CEM) por dia em que o balanço energético do animal torna-se nulo ou zero (Dawson & Steen, 1998). Essa exigência pode ser obtida montando uma equação da energia retida (ER) em função do consumo de energia metabolizável (Figura 4). Igualando-se a retenção de energia a 0, obtêm-se os valores de exigência metabolizável para manutenção.

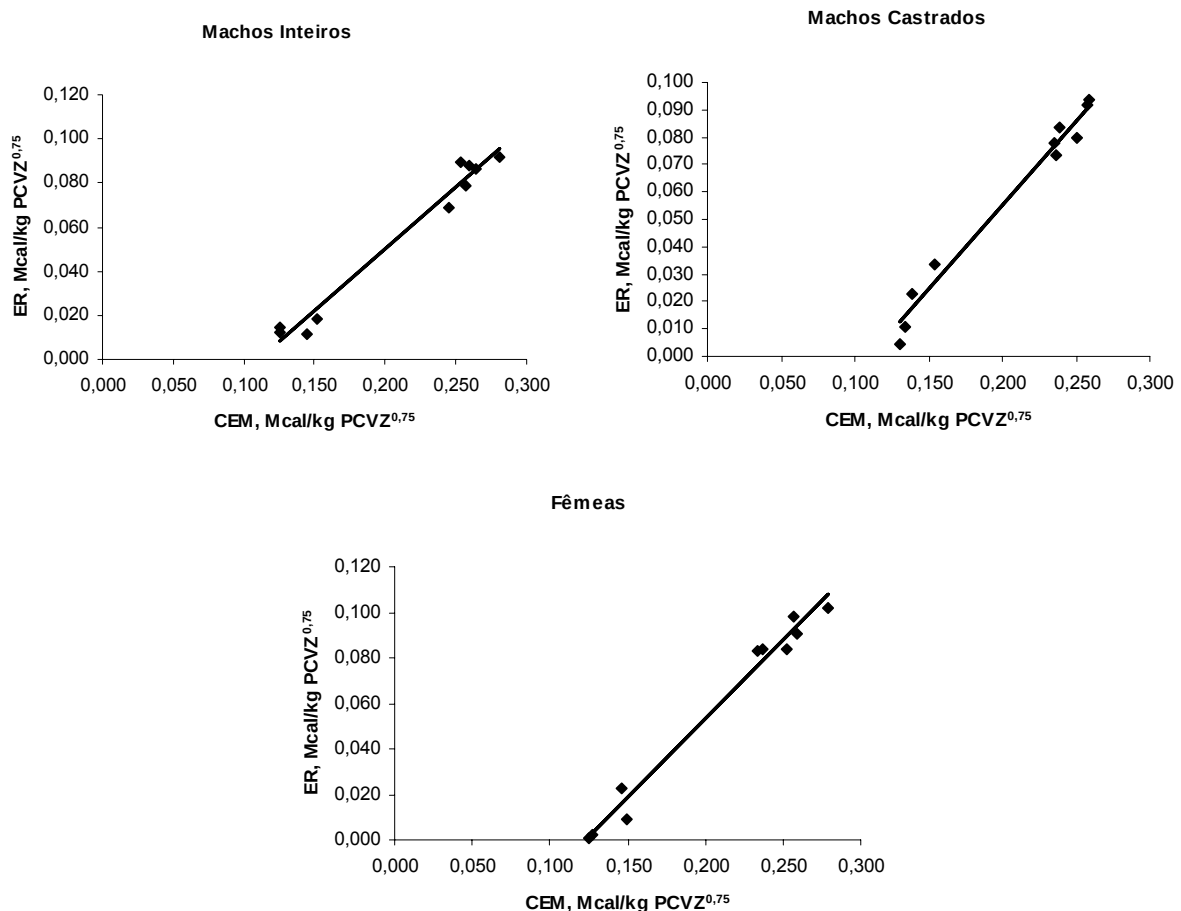


Figura 4 – Relação entre energia retida (ER) e consumo de energia metabolizável em bovinos Nelore de três classes sexuais, obtida por meio do método da regressão ortogonal.

Na Tabela 12 estão apresentados os coeficientes das equações ortogonais de cada classe sexual, bem como seus coeficientes de determinação e exigências de energia metabolizável de manutenção.

Tabela 12 – Regressões da energia retida (ER, Mcal/kg PCVZ^{0,75}) em função do consumo de energia metabolizável (CEM, Mcal/kg PCVZ^{0,75}) e estimativa das exigências de energia metabolizável para manutenção (EMm, Kcal/kg PCVZ^{0,75}) de bovinos Nelore de três classes sexuais.

Classe Sexual	Intercepto	Inclinação	r ²	EMm
Machos Inteiros	-0,0557	0,5272	0,9748	105,06
Machos Castrados	-0,0637	0,5940	0,9770	107,23
Fêmeas	-0,0740	0,6431	0,9819	115,13

Paulino (2006) encontrou valores de EMm de 103,26, 100,57 e 113,81 Kcal/kg PCVZ^{0,75} para animais inteiros, castrados e fêmeas, respectivamente, e Valadares Filho et al. (2006), em compilação de dados brasileiros de animais zebuínos encontraram valores de 109,35, 109,77 e 108,22 Kcal/kg PCVZ^{0,75} para essas mesmas classes sexuais. Observou-se, portanto, que os dados encontrados neste presente trabalho estão semelhantes àqueles encontrados na literatura.

Quando observados os dados referentes à proteína, observou-se que houve menor concentração de proteína no corpo vazio dos animais das três classes sexuais à medida que o peso de corpo vazio aumentou, refletindo a maior deposição de gordura nas fases mais tardias do crescimento dos animais, fazendo com que as exigências líquidas de proteína para ganho também diminuíssem à medida que os animais foram ficando mais pesados (Tabela 11).

Observou-se que, assim como para energia, os valores encontrados assemelharam-se àqueles encontrados por Paulino (2006). Outros autores, trabalhando com animais Nelore castrados também encontraram valores próximos aos deste trabalho (Paulino, 2002; Lana, 1991; Fontes 1995). Em relação às fêmeas, Borges (2000) traz alguns resultados, obtidos com fêmeas Guzerá, da ordem de 126,04 g/kg GPCVZ para animais de 300 kg, bem semelhantes aos 124,096 g encontrados neste experimento.

Quando avaliados os dados de proteína retida em função do consumo de proteína metabolizável, obteve-se a equação de regressão em que, a inclinação corresponde à

eficiência de uso da proteína líquida metabolizável para ganho de peso. A equação obtida para a proteína bruta retida/kg^{0,75} em função do consumo de proteína metabolizável/kg^{0,75} foi: $PBret = 0,5018 \cdot CPmet + 6,6804$. Observou-se que a inclinação da reta foi igual a 0,5018, ou seja, a conversão de exigências líquidas de proteína em exigências de proteína metabolizável foi de aproximadamente 50%. Esse valor é praticamente idêntico ao valor de 49,2% preconizado pelo NRC (1996), para animais com peso de corpo vazio referência acima de 300 kg. O NRC (1985) sugere uma constante igual 0,5 para a conversão de proteína líquida para metabolizável para ganho de peso, sendo que esse valor seria baseado em dois componentes: o valor biológico da proteína e a eficiência de uso de uma “mistura ideal” de aminoácidos, sendo assim, fortemente influenciado pela qualidade da fonte de proteína não-degradada no rúmen e pelo valor biológico da proteína microbiana (Oldham, 1987).

CONCLUSÕES

A equação proposta por Paulino (2002) foi eficiente para se estimar a concentração de Ca no peso de corpo vazio, a partir da concentração desse mineral na seção HH. Foram propostas novas equações para se estimar o conteúdo corporal dos macrominerais estudados a partir da sua concentração na seção HH.

As exigências de energia líquidas para ganho aumentam à medida que se aumenta o peso vivo dos animais, sendo maiores em fêmeas em relação a machos castrados e estes mais exigentes que machos inteiros.

As exigências líquidas de proteína para ganho diminuem à medida que se aumenta o peso vivo dos animais.

A eficiência de uso da proteína metabolizável em bovinos Nelore é de aproximadamente 50%.

LITERATURA CITADA

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. **A reappraisal of the calcium and phosphorus requirements of sheep and cattle**. 6.ed. Nutrition Abstract and Reviews (Series B). Wallingford: 1991. p.573-612.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirements of ruminants livestock**. London: 1980. 351P.
- ALLEONI, G.F.; LEME, P.R., BOIN, C. et al. Determinação da composição do corpo vazio, do ganho de peso, e das exigências de energia e proteína para manutenção e ganho de peso em bovinos da raça Nelore, Canchim e Brangus. **Relatório Científico: Processo Fapesp 97/02590-5**, abril, 2001.
- BORGES, A.L.C.C. **Exigências nutricionais de proteína e energia de novilhas das raças Guzerá e Holandesa**. Belo Horizonte, MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 2000. 90p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2000.
- DAWSON, L.E.R.; STEEN, R.W.J. Estimation of maintenance energy requirements of beef cattle and sheep. **Journal of Agriculture Science**, v.131, p.477-485, 1998.
- DISSANAIKE, G.; WANG, S. A Critical Examination of Orthogonal Regression. Disponível em: <http://ssrn.com/abstract=407560>, 2001
- FERRELL, C.L.; JENKINS, T.G. Cow type and nutritional environment: Nutritional aspects. **Journal of Animal Science**, v.61, n.3, p.725-741, 1985.
- FONTES, C.A.A. Composição corporal, exigências líquidas de nutrientes para ganho de peso e desempenho produtivo de animais zebuínos e mestiços europeu-zebu, Resultados experimentais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1., 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.419-455.
- FREITAS, J.A.; QUEIROZ, A.C.; DUTRA, A.R. et al. Composição do ganho e exigências de energia e proteína para ganho de peso em bovinos Nelore puros e mestiços. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.3, p.886-893, 2006
- FULLER, W.A. **Measurement error models**. John Wiley and Sons, New York. 1987.
- HANKINS, O. G.; HOWE, P. E. Estimation of the composition of beef carcasses and cuts. [T.B.]: United States Department of Agriculture, 1946. p.1-19 (**Technical Bulletin** - USDA, 926).
- HENRIQUE, W.; SAMPAIO, A.A.M.; LEME, P.R. et al. Estimativa da composição química corporal de tourinhos Santa Gertrudis a partir da composição química e física das 9-10-11ª costelas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p. 709-718, 2003.
- HUNTINGTON, G.B.; REYNOLDS, C.K. Oxygen consumption and metabolite flux of bovine portal-drained viscera and liver. **Journal of Nutrition**, v.117, p.1167-1173, 1987.

- KARNUAH, A.B.; MORIYA, K.; NAKANISHI, N. et al. Computer image analysis for prediction of carcass composition from cross-section of Japanese Black steers. **Journal of Animal Science**, v.79, p. 2851-2856. 2001.
- LANNA, D.P.D. **Estimativa da composição química do corpo vazio de tourinhos Nelore através da gravidade específica da carcaça e da composição de corte das costelas**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1988. 131p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, 1988.
- LANA, R.P. **Composição corporal e exigências de energia, proteína e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de novilhos de cinco grupos raciais, em confinamento**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1991. 134p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients requirements of beef cattle**. 6 ed. Washington D.C. 1984. 90p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients requirements of beef cattle**. 7.ed. National Academic Press. Washington, D.C.: 1996. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: 2000. 242p.
- OLDHAM, J.D. Efficiencies of amino acids utilization. In: **Feed Evaluation and Protein Requirements Systems for Ruminants**, ed. Luxembourg: R. Jarrige e G. Alderman, 1987. p.171-186.
- PAULINO, M.F. **Composição corporal e exigências de energia, proteína e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de bovinos inteiros de quatro raças zebuínas em confinamento**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1996. 80p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- PAULINO, P.V.R. **Exigências nutricionais e validação da seção HH para predição da composição corporal de zebuínos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 158p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- PAULINO, P.V.R. **Desempenho, composição corporal e exigências nutricionais de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 159p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2006.
- PAULINO, P.V.R., COSTA, M.A.L., VALADARES FILHO, S.C., et al. 2005. Validação das equações desenvolvidas por hankins e howe para predição da composição da carcaça de zebuínos e desenvolvimento de equações para estimativa da composição corporal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.327-339, 2005.
- SAINZ, R.D., BARIONI, L.G., PAULINO, P.V.R. et al. Growth patterns of Nellore vs. British beef cattle breeds assessed using a dynamic, mechanistic model of cattle growth and composition. In: **INTERNATIONAL WORKSHOP ON MODELING NUTRIENT UTILIZATION IN FARM ANIMALS**, 6., 2004., Wageningen. **Proceedings...** Wageningen: Wageningen University. 21p, 2004.

- SAS – Institute SAS/STAT software: changes and enhancements through release 6.12. Cary, **Statistical Analysis System Institute**, 1997. 1167p.
- SILVA, F.F. **Desempenho, características de carcaça, composição corporal e exigências nutricionais (de energia, proteína, aminoácidos e macrominerais) de novilhos Nelore, nas fases de recria e engorda, recebendo diferentes níveis de concentrado e proteína**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 211p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa: Imprensa Universitária – Universidade Federal de Viçosa, 2002. 165 p.
- TEDESCHI, L.O.; BOIN, C.; FOX, D.G. et al. Energy requirements for maintenance and growth of Nellore bulls and steers fed high-forage diets. **Journal of Animal Science**, v.80, p.1671-1682, 2002.
- VALADARES FILHO, S.C., PAULINO, P.V.R., SAINZ, R.D. Desafios metodológicos para determinação das exigências nutricionais de bovinos de corte no Brasil. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42.,2005., Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005, p.261-287.
- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 1ª edição Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, 141p, 2006.
- VELOSO, C.M. **Composição corporal e exigências nutricionais de bovinos F1 Limousin x Nelore alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 109p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- VÉRAS, A.S.C. **Consumo, digestibilidade, composição corporal e exigências nutricionais de bovinos Nelore alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 166p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- VÉRAS, A.S.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Composição corporal e requisitos energéticos e protéicos de bovinos Nelore, inteiros, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.8, p.2379-2389, 2000 (suplemento 2).

Degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta de alimentos para bovinos

Resumo – O presente trabalho foi conduzido para determinar as frações A e B bem como a taxa de degradação ruminal (Kd), da matéria seca (MS) e da proteína bruta (PB), de 27 alimentos utilizados na alimentação de bovinos e avaliar a digestibilidade intestinal da proteína não degradada no rúmen pelas técnicas do saco de náilon móvel e de três estágios. Foram obtidas amostras de farelos de arroz, de babaçu, de trigo, gérmen de milho, MDS, MDPS, milho, polpa cítrica, sorgo, amiréia, farelos de algodão com 28, 38 e 46% de PB, farelos de amendoim, de girassol e de soja, feijão bandinha, glúten de milho, grão de soja, levedura, promil, refinazil, cascas de cacau, de café e de soja e silagens de capim-elefante e de milho. Foram utilizadas quatro fêmeas da raça Nelore, fistuladas no rúmen e no duodeno, e mantidas em sistema de alimentação à vontade, à base de silagem de milho e concentrado. Para a obtenção da degradabilidade ruminal da MS e PB foram utilizados sacos de náilon de 10x20 cm, com porosidade de 50µm, onde se adicionaram 5g de cada amostra de alimento moída a 2mm. Os tempos de incubação foram de 0, 2, 4, 6, 12, 16, 24, 48 e 72 horas, sendo posteriormente determinadas a MS e N total dos resíduos da incubação. As degradabilidades ruminais da PB foram calculadas utilizando o modelo proposto por Ørskov & McDonald (1979). Para determinação da digestibilidade intestinal (DI) foram utilizadas as técnicas do saco de náilon móvel e de três estágios. A maioria dos dados de degradação ruminal da matéria seca e da proteína bruta, estão de acordo com a literatura. A técnica dos três estágios não estimou de forma satisfatória a DI de todos os alimentos estudados em conjunto, mas foi adequada para os

alimentos protéicos. O alimento com melhor digestibilidade intestinal foi o farelo de soja, seguido do milho, farelo de algodão com 46% de PB, glúten de milho, MDPS e gérmen de milho. Conclui-se que a maioria dos alimentos possui digestibilidade total maior ou próxima de 90%, com exceção das cascas de soja, de café e de cacau e das silagens de milho e de capim-elefante; e que a técnica de três estágios estimou corretamente a digestibilidade intestinal dos alimentos protéicos, mas recomenda-se a utilização da equação $DIPB (\%) = -5,1906 + 1,1053 \cdot X$, para corrigir a DI obtida pela técnica dos três estágios para alimentos não protéicos, sendo X a DI obtida pela técnica de três estágios. Palavras-chave: babaçu, feijão, promil, resíduos da agroindústria, saco de náilon móvel, três estágios

Palavras-chave: babaçu, feijão , promil, saco de náilon móvel, subprodutos da indústria, três estágios

Rumen degradation and intestinal digestibility of crude protein of feeds for bovines

Abstract – The present work was conducted to determine the fraction A, B and kd of dry matter and crude protein of 27 feeds used for ruminants in Brazil. It was also the objective of the trial to determine the intestinal digestibility of rumen undegraded protein by the three steps and the mobile nylon bag techniques. Rice meal, babaçu meal, whet meal, corn germen, ground corn cobs and straw, ground corn cobs, corn, citrus pulp, sorghum, starea, cotton meal with 28, 38 and 46% of CP, peanut meal, sunflower meal, soybean meal, bean byproduct, corn gluten, soybean grain, yeast, promil, refinazil, cacao hulls, coffee hulls, soybean hulls, elephant-grass silage and corn silage were sampled. Four Nellore females, cannulated in rumen and duodenum, were fed *ad libitum* with corn silage and concentrate. To obtain the ruminal degradation of DM and CP, five grams of each feed sample, grounded into 2 mm were weighted in nylon bags (10x20 cm, 50µm). The Orskov and McDonald (1979) model was used to obtain the rumen degradability of DM and CP, and the times of incubation were 0, 2, 4, 6, 12, 16, 24, 48 and 72 hours, being after that determined the DM and total nitrogen in the residues of incubation. To determine the intestinal digestibility (ID) of CP was used the three steps and the mobile nylon bag techniques. The ruminal degradation of DM and CP data were similar to literature. The three step technique did not estimate properly the ID of all feed evaluated, excepted for the proteic feeds. The soybean meal (93,95%) had the higher ID of CP using the mobile nylon bag technique, and corn (85,58%), cotton seed meal 46% of CP (84,93%), corn

gluten (82,98%) comes after. It can be concluded that the most feeds have total CP digestibility higher or next to 90%, excepted for soybean, coffee and cacao hulls and elephant-grass and corn silage. It is recommended to use the equation $IDCP (\%) = -5,1906 + 1,1053 * X$, to correct the ID obtained by the three steps technique for non-proteic feeds, being X the ID obtained by the three steps technique.

Keywords: babaçu, bean, industry byproducts, mobile nylon bag, promil, three steps

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a eficiência da produção dos rebanhos bovinos foi decididamente aumentada devido aos novos avanços realizados no campo da alimentação e da nutrição animal. Dentre esses estudos, tem-se destinado atenção especial à fração protéica dos alimentos devido à sua escassez nas forragens, em particular na época seca do ano, e ao seu alto custo.

A degradação ruminal da proteína bruta (PB) da dieta constitui importante fator que influencia tanto a fermentação ruminal como o suprimento de aminoácidos em nível de intestino delgado. A proteína degradada no rúmen (PDR) e a proteína não-degradada no rúmen (PNDR) são frações da PB da dieta, ou do alimento, que têm distintas funções. A PDR pode fornecer peptídeos, aminoácidos livres e amônia para o crescimento dos microrganismos e síntese de proteína microbiana no rúmen. Por outro lado, a PNDR é a segunda mais importante fonte de aminoácidos para o animal. O conhecimento da dinâmica de degradação ruminal da proteína dos alimentos é fundamental para a formulação de dietas com adequadas quantidades de PDR para os microrganismos do rúmen e PNDR para o próprio animal (NRC, 2001), proporcionando dietas mais eficientes.

Além da degradação ruminal, a obtenção do valor protéico do alimento expresso como aminoácidos verdadeiramente digestíveis no intestino tem sido abordado nos novos sistemas de avaliação protéica dos alimentos e envolve a mensuração de diversas características (Verité et al., 1987; AFRC, 1992; Tammimma et al., 1994; Madsen et al., 1995).

Durante vários anos foi utilizado o valor fixo de 80% para a digestibilidade intestinal da PNDR (NRC, 1989). Entretanto, o NRC (2001) recomendou que se utilize o valor de digestibilidade obtido para a PNDR de cada alimento específico utilizado na dieta. A ausência dessas informações pode causar erros no balanceamento protéico de dietas para ruminantes, resultando em quantidades inadequadas de proteína metabolizável para o animal.

Para se quantificar a contribuição dos aminoácidos absorvidos no intestino delgado, torna-se necessário o desenvolvimento de métodos simples e econômicos para

se estimar a digestibilidade intestinal dos alimentos (Hvelplund & Weisbjerg, 2000). A técnica do saco de náilon móvel, utilizando animais fistulados no duodeno, fornece estimativas da digestibilidade total da proteína no trato digestivo, apresentando uma boa relação com a digestibilidade intestinal da proteína bruta *in vivo* (McNiven et al., 2002). Vários métodos laboratoriais são utilizados para estimar o desaparecimento ruminal e intestinal da proteína dos alimentos, utilizando-se procedimentos enzimáticos (Antoniewicz et al., 1992; Calsamiglia & Stern, 1995; McNiven et al., 2002). Estes métodos são de fácil condução e relativamente baratos, comparados com o método *in vivo*. A técnica de três estágios (Calsamiglia & Stern, 1995) hoje é a mais utilizada para estimar a digestibilidade intestinal da proteína bruta, porém, faltam trabalhos no Brasil validando esta técnica para os alimentos aqui utilizados.

Com base nesse contexto, o presente trabalho foi conduzido para determinar as frações A e B, bem como a taxa de degradação ruminal (Kd) da matéria seca e da proteína bruta, de 27 alimentos utilizados na alimentação de bovinos e avaliar a digestibilidade intestinal da proteína não degradada no rúmen pelas técnicas do saco de náilon móvel e de três estágios.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Animais do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa-MG, sendo a fase de campo realizada em outubro de 2004. A cidade de Viçosa está localizada na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais e tem como coordenadas geográficas de posição 20°45'20" de latitude sul e 45°52'40" de longitude oeste e altitude de 657m.

Foram obtidas amostras de farelos de arroz, de babaçu e de trigo, gérmen de milho, milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS), milho desintegrado com sabugo (MDS), milho moído, polpa cítrica, sorgo moído, amiréia, farelos de algodão com 28%, 38% e 46% de PB, farelos de amendoim, de girassol e de soja, feijão bandinha, glúten de milho, grão de soja, levedura, promil, refinazil, cascas de cacau, de café e de soja, silagens de capim-elefante e de milho. Todas as amostras foram primeiramente moídas em moinhos de facas com poros de 1 e 2 mm e analisadas para MS e PB (Tabela 1).

Tabela 1 – Valores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) e fibra em detergente neutro (FDNcp) e ácido (FDAcp) corrigida para cinzas e proteína, cinzas, carboidratos não fibrosos (CNF), carboidratos não fibrosos corrigidos (CNFcp), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e ácido (PIDA) na base da matéria seca de vários alimentos utilizados para ruminantes

Amostra	MS	PB	EE	FDN	FDA	FDNcp	FDAcp	CINZAS	CNF	CNFcp	PIDN/PB	PIDA/PB
Farelo de Arroz	89,29	15,71	2,43	22,76	9,06	20,03	8,28	14,61	44,49	47,23	13,26	3,16
Farelo de Babaçu	95,17	16,99	0,24	38,46	25,01	32,30	23,12	4,13	40,18	46,35	35,10	7,04
Farelo de Trigo	89,44	17,15	0,90	24,42	6,38	20,99	6,08	3,99	53,55	56,97	18,28	1,64
Gérmen	97,34	10,33	7,73	11,73	2,38	10,27	2,26	6,62	63,59	65,04	7,87	1,05
MDS	90,16	7,23	1,12	21,73	3,13	20,18	3,04	1,65	68,27	69,82	13,97	1,16
MDPS	89,83	6,59	1,14	19,86	6,87	18,70	6,69	1,89	70,52	71,68	11,72	1,53
Milho	89,52	8,94	0,77	10,49	1,51	9,78	1,45	1,61	78,18	78,89	6,04	0,45
Polpa cítrica	97,30	7,51	3,23	10,97	6,28	9,89	5,75	5,51	72,78	73,86	12,36	9,49
Sorgo	90,82	12,49	1,56	10,18	1,88	8,69	1,62	1,09	74,68	76,17	5,13	1,38
Amiréia	97,87	153,17	-	2,85	0,47	1,61	0,33	0,02	-	-	0,08	0,03
Farelo de Algodão 28%	91,33	30,39	0,52	30,93	17,45	29,16	16,44	3,88	34,27	36,04	6,56	2,08
Farelo de Algodão 38%	90,72	38,35	0,91	21,68	10,93	18,95	10,14	6,21	32,84	35,57	5,05	1,41
Farelo de Algodão 46%	93,29	45,43	0,75	17,86	8,76	15,12	7,73	5,45	30,51	33,25	4,93	1,47
Farelo de Amendoim	93,93	43,63	9,52	9,89	6,85	7,98	6,40	8,84	28,12	30,03	2,45	0,65
Farelo de Girassol	96,74	24,47	1,24	26,26	18,03	21,81	15,64	5,46	42,57	47,01	15,92	7,16
Farelo de Soja	90,36	45,52	0,94	10,91	4,46	10,25	4,29	7,14	35,49	36,14	0,82	0,35
Feijão	95,25	24,39	1,66	16,10	4,82	14,06	4,40	4,24	53,61	55,65	7,81	1,51
Glúten	92,31	62,12	0,78	24,15	4,71	10,63	2,70	1,52	11,42	24,95	24,53	1,47
Grão de soja	97,44	39,25	17,51	10,84	5,79	9,24	4,91	5,26	27,14	28,75	5,08	0,44
Levedura	94,96	26,90	0,41	7,06	1,29	6,46	0,96	15,22	50,41	51,01	0,27	0,10
Promil	88,54	24,20	2,59	21,80	6,49	20,68	6,23	5,15	46,27	47,39	5,22	1,10
Refinasil	97,81	24,67	3,87	22,86	6,44	21,21	5,89	4,96	43,65	45,29	5,45	0,68
Casca de Cacau	96,97	13,51	4,68	22,80	15,55	18,57	12,87	7,51	51,50	55,73	29,19	18,10
Casca de Café	90,31	13,39	0,72	35,86	24,45	32,10	22,04	6,71	43,32	47,08	27,76	14,42
Casca de Soja	97,72	9,56	1,57	34,26	24,65	32,19	24,16	3,58	51,02	53,09	21,94	5,26
Sil. Capim	90,02	4,72	0,99	42,65	28,00	40,98	26,91	10,33	41,31	42,98	15,56	5,94
Sil. Milho	95,18	6,08	2,90	28,65	17,59	26,88	16,23	8,29	54,09	55,86	10,95	5,07

Foram utilizados quatro animais (fêmeas) da raça Nelore, fistuladas no rúmen e no duodeno e mantidos em sistema de alimentação à vontade. Os animais foram alojados em baias individuais cobertas, com piso de concreto revestido de borracha, de 3x3m de área, e dotadas de comedouros e bebedouros individuais. A ração foi constituída de silagem de milho como volumoso (75% na base da MS total da dieta) e concentrado (25%), à base de milho moído, farelo de algodão 38% e uréia:sulfato de amônio (9:1) (dieta total com 12,5% de PB), com um período de adaptação de 7 dias. A alimentação foi fornecida duas vezes ao dia, sendo cerca de 60% pela manhã, às 7:00 horas, e os 40% restantes às 16:00 horas, permitindo, no máximo, 5% de sobras.

Para a estimação dos parâmetros de degradação ruminal da MS e PB foram utilizados sacos de náilon devidamente identificados, medindo 10 x 20 cm, com porosidade de 50 micrômetros, onde se adicionaram 5 g de cada amostra de alimento, previamente moída a 2 mm. Os tempos de incubação foram de 0, 2, 4, 6, 12, 24, 48 e 72 horas, sendo que os primeiros sacos incubados foram os que permaneceram 72 horas no rúmen e os outros foram sendo colocados nos seus devidos horários de forma que todos os sacos foram retirados conjuntamente. Sete sacos de cada alimento (excluindo-se o tempo zero) foram incubados no rúmen de dois animais. Foram colocados no máximo 49 sacos de náilon no rúmen de cada animal. Também foram utilizados os dados da degradação da proteína do tempo de 16 horas de incubação proveniente da técnica de três estágios.

As amostras foram incubadas por intermédio da fístula ruminal, fixadas a uma corrente de aço com peso na extremidade, permitindo a imersão dessas no conteúdo ruminal. Decorrido o tempo de incubação, os sacos foram lavados em água corrente e levados à estufa a 65°C por 72 horas, sendo posteriormente quantificadas a MS e nitrogênio total dos resíduos da incubação. Os sacos referentes ao tempo zero não foram incubados no rúmen, mas foram lavados em água corrente à semelhança dos sacos incubados.

Os perfis de degradação da MS e PB foram estimados utilizando o modelo assintótico de primeira ordem reparametrizado por Ørskov & McDonald (1979), descrito pela função: $Y_t = A + B(1 - e^{(-K_d \cdot t)})$, em que “ Y_t ” é a fração degradada no tempo “ t ”; “ A ” é a fração solúvel; “ B ” é a fração insolúvel potencialmente degradável; “ K_d ” é a taxa de

degradação de “B” e “t” é a variável independente tempo. A fração efetivamente degradada da PB e da MS foi calculada pelo modelo: $DE = A + B \cdot K_d / (K_d + k_p)$, em que “kp” é a taxa de passagem do alimento pelo rúmen.

Para a estimação da digestibilidade intestinal da proteína bruta foram utilizados dois métodos:

- Técnica do Saco de Náilon Móvel (Hvelplund, 1985; Voigt et al., 1985):

Foram utilizados sacos de náilon de 5 x 3 cm com abertura de poro de 45 µm. Os sacos foram devidamente identificados e levados à estufa de ventilação forçada a 60°C, durante 24 horas, sendo posteriormente pesados. As amostras, moídas a 1 mm, foram posteriormente pesadas (0,3g de amostra e dez sacos por alimento) e os sacos, selados a quente, foram, então, colocados em sacos de filó e incubados no rúmen de um dos animais por 16 horas. Decorrido esse tempo, dois sacos de cada alimento foram lavados e secos em estufa para a quantificação da PDR, e oito foram usados para a infusão no duodeno.

Os sacos resultantes da incubação ruminal foram incubados em 400 mL de líquido abomasal, por 2 horas, à temperatura de 39°C sob agitação, e depois submetidos à digestão intestinal.

Os oito sacos de náilon foram infundidos no intestino delgado via fístula duodenal, obedecendo a um intervalo de cinco minutos para cada dois sacos, sendo dois sacos de cada alimento por animal. Foram infundidos no máximo oito sacos por animal por dia, totalizando quatro alimentos por dia e oito dias de infusão, em cada animal. Cada alimento foi infundido em duplicata em quatro animais.

A partir de duas horas após a infusão, e obedecendo a um intervalo de seis em seis horas, todas as fezes dos animais foram lavadas para a recuperação dos sacos que posteriormente foram lavados em água corrente e secos em estufa de ventilação forçada a 60°C por 48 horas. O tempo de retenção dos sacos de náilon no intestino foi obtido pela diferença entre o horário de infusão no duodeno e o de excreção nas fezes.

As digestibilidades intestinais da MS e PB foram obtidas pela diferença entre as quantidades colocadas nos sacos de náilon antes da incubação no líquido abomasal e remanescentes nos mesmos após a excreção fecal.

- Técnica de três estágios (Calsamiglia & Stern, 1995):

A proteína degradada no rúmen (PDR) foi estimada pela incubação ruminal durante 16 horas, de cerca de 5 g de amostra dos alimentos (moídos a 2mm), por meio de sacos de náilon. Após a incubação ruminal, os sacos foram lavados em água corrente e colocados em estufa de ventilação forçada a 60°C por 48 horas.

Para a simulação da digestão intestinal da proteína dos resíduos, foi primeiramente avaliada a concentração de N dos mesmos e, com base nestes valores, foram pesados resíduos procurando conter 15 mg de N (no máximo 0,5 g de amostra) e colocados em erlenmeyers de 250 mL. Posteriormente, foram incubados com 10 mL de solução 0,1 N de HCl contendo 1 g/L de pepsina (pH=1,9), os erlenmeyers tampados com papel alumínio e colocados sob agitação durante 1 hora a 39°C. Decorrido esse tempo, foram adicionados 0,5 mL de solução 1 N de NaOH para neutralização do pH e 13,5 mL de solução de pancreatina (0,5M de solução de KH_2PO_4 , pH=7,8) contendo 50 ppm de thymol, para prevenir o crescimento microbiano, e 3 g/L de pancreatina durante mais 24 horas. Quando verificada a evaporação do líquido de digestão, foi adicionada água destilada para evitar a secagem total do mesmo.

Ao final da digestão, os resíduos foram imediatamente filtrados em papel de filtro, lavados com 200 mL de água destilada e digeridos em H_2SO_4 juntamente com o papel de filtro, e o N residual estimado pelo método Kjeldahl. A digestibilidade intestinal da PNDR, em porcentagem, foi calculada como a quantidade de PB digerida após a incubação com pepsina e pancreatina dividida pela quantidade de proteína incubada multiplicada por 100.

A técnica do saco de náilon móvel foi utilizada como referência, sendo a técnica dos três estágios comparada a esta por intermédio de regressão linear, sendo que a hipótese de nulidade foi $H_0: \beta_0=0$ e $\beta_1=1$ e a hipótese alternativa H_a : não H_0 . O nível de significância utilizado foi de 5% de probabilidade.

As análises de PB e MS foram realizadas conforme Silva & Queiroz (2002).

Os parâmetros da dinâmica de degradação ruminal foram estimados utilizando o Sistema de Análises Estatísticas (UFV, 1998) e as análises de regressão foram realizadas utilizando o programa SAS (1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fração solúvel “a”, a fração insolúvel mas potencialmente degradável “b”, a taxa de degradação ruminal (kd) da matéria seca são apresentados na Tabela 2. Alguns alimentos possuem uma variedade grande de dados na literatura sobre frações de degradação de matéria seca e proteína, mas a maioria dos alimentos estudados neste presente trabalho possui pouca ou nenhuma informação.

Tabela 2 – Fração solúvel da MS (A), fração potencialmente degradável (B), taxa de degradação da fração potencialmente degradável (kd) e desvio padrão assintótico (DPA) de vários alimentos utilizados para ruminantes

Alimentos	A	B	kd	DPA
Farelo de Arroz	65,33	18,34	0,053	1,40
Farelo de Babaçu	23,57	65,00	0,030	4,20
Farelo de Trigo	57,62	31,65	0,052	2,83
Gérmen de Milho	49,31	49,49	0,053	2,00
MDS	45,00	54,54	0,050	5,40
MDPS	35,38	62,63	0,047	6,27
Milho moído	45,13	53,91	0,080	4,48
Polpa cítrica	47,34	52,66	0,084	5,14
Sorgo Moído	45,84	54,16	0,040	6,96
Amiréia	82,72	14,81	0,313	2,03
Farelo de Algodão 28% de PB	34,60	44,76	0,042	4,00
Farelo de Algodão 38% de PB	33,62	56,30	0,044	3,24
Farelo de Algodão 46% de PB	36,66	51,85	0,057	4,03
Farelo de Amendoim	58,02	36,43	0,131	2,81
Farelo de Girassol	32,66	32,21	0,079	3,35
Farelo de Soja	47,13	52,57	0,079	4,91
Feijão Bandinha	50,22	47,87	0,068	2,86
Glúten de Milho	16,55	70,64	0,018	2,02
Grão de Soja	15,12	84,99	0,153	2,23
Levedura	96,09	2,80	0,210	0,75
Promil	52,40	47,20	0,048	2,77
Refinazil	58,06	41,94	0,041	1,36
Casca de Cacau	40,67	37,20	0,032	3,38
Casca de Café	30,85	25,95	0,029	2,69
Casca de Soja	16,54	83,46	0,041	4,81
Silagem de Capim-elefante	17,87	45,01	0,032	1,73
Silagem de Milho	28,96	56,93	0,028	5,03

Na Tabela 3 estão apresentados os valores de degradação efetiva (%) da matéria seca para três taxas de passagem: 2, 5 e 8% (AFRC, 1992).

Tabela 3 – Degradação efetiva da matéria seca de vários alimentos utilizados na alimentação de ruminantes em três taxas de passagens.

Alimentos	DE 2%	DE 5%	DE 8%
Farelo de Arroz	78,62	74,73	72,66
Farelo de Babaçu	62,61	47,98	41,33
Farelo de Trigo	80,42	73,72	70,06
Gérmen de Milho	85,27	74,81	69,07
MDS	84,04	72,37	66,07
MDPS	79,24	65,63	58,47
Milho moído	88,28	78,34	72,12
Polpa Cítrica	89,88	80,36	74,32
Sorgo Moído	81,97	69,93	63,91
Amiréia	96,63	95,48	94,51
Farelo de Algodão 28%PB	64,91	55,03	50,00
Farelo de Algodão 38%PB	72,36	60,01	53,63
Farelo de Algodão 46%PB	75,02	64,25	58,20
Farelo de Amendoim	89,63	84,39	80,65
Farelo de Girassol	58,34	52,36	48,63
Farelo de Soja	89,33	79,53	73,42
Feijão Bandinha	87,22	77,82	72,23
Glúten de Milho	49,70	35,01	29,34
Grão de Soja	84,14	68,97	59,26
Levedura	98,65	98,35	98,12
Promil	85,66	75,46	70,04
Refinazil	86,27	76,97	72,29
Casca de Cacau	63,68	55,31	51,40
Casca de Café	46,20	40,37	37,75
Casca de Soja	72,51	54,00	44,70
Silagem de Capim-elefante	45,66	35,53	30,81
Silagem de Milho	62,30	49,52	43,82

A fração “A” do farelo de algodão 28% encontrada ficou superior e a fração “B” inferior às encontradas na literatura: 23,42 e 39,08 (Cunha et al., 1998); 23,56 e 52,09 (Souza et al., 2000); 22,10 e 52,27 (Valadares Filho et al., 2006); 39,09 e 39,19 (Silva et al., 2005), para as frações “A” e “B” respectivamente. Quanto à taxa de degradação, o valor de 0,042 ficou abaixo dos valores encontrados na literatura, que variam de 0,05 a 0,09.

Para o farelo de algodão 38%, Valadares Filho et al. (2006) citaram valores de 27,11, 45,23 e 0,0753 para as frações “A”, “B” e Kd, respectivamente. Esses mesmos autores citaram valores de 22,69, 49,09 e 0,0529 para os mesmos coeficientes para o farelo de algodão 46%, enquanto Moreira et al. (2003) encontraram valores de 21,33, 63,37 e 0,0419.

Apesar da discrepância dos valores encontrados na literatura, observou-se pela degradação efetiva (Tabela 3), que os valores encontrados neste trabalho seguiram uma lógica, com a degradação aumentando à medida que diminui o teor de casca no farelo de algodão, ou seja, quando o teor de PB do farelo de algodão aumenta de 28% para 46%.

O farelo de amendoim apresenta alta variabilidade no que diz respeito à sua degradação ruminal. Segundo Goes et al. (2004), os coeficientes “A”, “B” e Kd foram 20,0, 67,3 e 0,077, para o NRC (2001) esses valores são de 61,7, 36,6 e 0,092, semelhantes àqueles citados na Tabela 2.

Para o farelo de arroz foram obtidos valores superiores àqueles apresentados por Valadares Filho et al. (2006) de 51,72, 27,93 e 0,0899, para “A”, “B” e Kd, respectivamente. Já Zeoula et al. (2006) observaram valores de 58,36, 24,61 e 0,05. As degradações efetivas encontradas por estes mesmos autores foram menores que as encontradas neste trabalho.

Moraes et al. (2005) encontraram valores de 61,35, 44,85 e 0,06 para o farelo de babaçu moído a 5 mm e de 64,53, 52,25 e 0,06 a 3 mm. Esses valores são diferentes do presente trabalho, porém, Souza et al. (2000), trabalhando com torta de babaçu, encontraram valores de 14,79, 84,29 e 0,019 para as frações “A”, “B” e Kd, respectivamente, bem mais próximos aos deste experimento.

Entre as cascas avaliadas, observou-se uma degradação efetiva bastante baixa, principalmente para a casca de café, sendo que a casca de soja foi aquela que se mostrou mais promissora. Zeoula et al. (2006) encontraram valores de 16,84, 69,53 e 0,03 para as frações “A”, “B” e Kd, respectivamente, enquanto Oliveira et al. (2006) encontraram 15,21, 79,36, e 0,038. Estes valores foram similares àqueles encontrados neste experimento, enquanto os valores de degradação efetiva foram inferiores. Valadares Filho et al. (2006) citaram valores de 17,88, 74,59 e 0,031 para essas mesmas frações da casca de soja.

Para o gérmen de milho, os valores encontrados por Zeoula et al. (2006) foram superiores (57,59) para a fração “A” e inferiores (40,83 e 0,03) para a fração potencialmente degradável e para o Kd, respectivamente.

Ferreira et al. (2004) encontraram valores de 17,79, 45,14 e 0,22 para “A”, “B” e kd do farelo de girassol. Já Feitosa et al. (2005) e Valadares Filho et al. (2006) citam valores bem mais próximos aos desse trabalho: 29,29 e 33,72 para “A”, 35,49 e 30,91 para “B”, respectivamente. A degradação efetiva encontrada por Feitosa et al. (2005) também foi semelhante. Silva et al. (2005), trabalhando com torta de girassol, encontraram valores diferentes para os coeficientes, sendo 50,11; 19,30 e 0,0749, respectivamente, para A, B e Kd. Apenas o Kd se assemelhou ao Kd do farelo de girassol desse experimento.

O glúten de milho apresentou resultados bastante próximos aos encontrados por Goes et al. (2004) e Valadares Filho et al. (2006). Apenas Moreira et al. (2003) apresentaram dados mais discrepantes para as frações “A” (4,6) e “B” (54,60).

O grão de soja apresentou valores semelhantes daqueles encontrados na literatura. Oliveira et al. (2006) citam valores de 15,21, 79,36 e 0,038 e Caldas Neto et al. (2003) de 24,30, 76,40 e 0,08 para “A”, “B” e Kd, respectivamente. Segundo Valadares Filho et al. (2006) esses valores seriam de 18,47, 71,02 e 0,0556.

O milho é um dos alimentos com maior quantidade de informações na literatura. A fração “A” encontrada para esse alimento foi superior àquela comumente observada (Passini et al., 2004; Oliveira et al., 2003; Goes et al., 2004, Valadares Filho et al., 2006).

Os valores de degradação da polpa cítrica ficaram próximos àqueles encontrados na literatura. Goes et al. (2004) citaram 37,1, 58,3 e 0,105; Porcionato et al. (2004) citaram 34,02, 62,89 e 0,11; e Valadares Filho et al. (2006) citaram 42,22, 54,62 e 0,0652 para “A”, “B” e Kd, respectivamente.

Tanto o promil quanto o refinazil são alimentos conhecidos com o nome de farelo de glúten de milho. Eles são diferenciados basicamente pela empresa que faz sua fabricação. No tocante aos resultados encontrados sobre esses alimentos, observa-se que o comportamento de ambos é bastante semelhante e ligeiramente superior àqueles apresentados por Valadares Filho et al. (2006) de 46,12, 36,24 e 0,0385 para “A”, “B” e Kd, respectivamente.

Para as silagens avaliadas, observou-se uma variação muito grande nos resultados encontrados na literatura. A silagem de capim-elefante apresenta valores de 62,67, 46,75 e 0,026, segundo Rego et al. (2006a), de 57,46, 40,27 e 0,042, segundo Rego et al. (2006b), de 16,68, 48,22 e 0,0325 segundo Cabral et al. (2005) e de 4,22, 60,49 e 0,0225, segundo Valadares Filho et al. (2006), para as frações “A”, “B” e Kd, respectivamente. Enquanto para a silagem de milho são citados valores de 26,80, 52,50 e 0,04 (Caldas Neto et al., 2003); 26,73, 57,15 e 0,0390 (Cabral et al., 2005); e 22,70, 52,28 e 0,0268 (Valadares Filho et al., 2006), para as respectivas frações.

O farelo de soja é o alimento que apresenta a maior quantidade de informação na literatura, sendo que os valores do presente trabalho estão próximos àqueles encontrados por outros autores (Souza et al., 2000; Moreira et al., 2003; Oliveira et al., 2003; Goes et al., 2004; Cabral et al., 2005; Zeoula et al., 2005; Valadares Filho et al., 2006).

Os parâmetros de degradação do sorgo estão distantes daqueles apresentados por Valadares Filho et al. (2006), porém estão próximos àqueles encontrados para o milho, alimento de características bem semelhantes ao sorgo. Já para o farelo de trigo, os valores encontrados foram próximos aos de Valadares Filho et al. (2006), mas distantes daqueles apresentados por Goes et al. (2004).

A fração solúvel “A”, a fração insolúvel mas potencialmente degradável “B”, a taxa de degradação ruminal (Kd) da proteína bruta são apresentados na Tabela 4. Assim como para a matéria seca, a quantidade de informação referente às taxas de degradação da proteína bruta é escassa, porém para proteína bruta existem ainda menos trabalhos que para matéria seca.

Tabela 4 – Fração solúvel da PB (a), fração potencialmente degradável (b) taxa de degradação da fração potencialmente degradável (kd) e desvio padrão assintótico (DPA) de alimentos utilizados para ruminantes

Alimentos	A	B	Kd	DPA
Farelo de Arroz	73,27	22,45	0,061	3,17
Farelo de Babaçu	29,87	70,13	0,026	5,12
Farelo de Trigo	56,08	39,10	0,182	2,25
Gérmen de Milho	55,27	44,73	0,036	1,86
MDS	39,81	60,19	0,035	6,70
MDPS	40,46	59,54	0,049	6,23
Milho moído	42,79	57,21	0,038	5,47
Polpa cítrica	58,49	41,28	0,077	4,64
Sorgo Moído	41,21	58,79	0,039	7,87
Amiréia	99,06	0,88	0,057	0,12
Algodão 28% de PB	57,96	40,57	0,068	4,33
Algodão 38% de PB	34,01	63,54	0,064	5,27
Algodão 46% de PB	39,19	58,98	0,086	6,13
Farelo de Amendoim	67,30	32,71	0,120	4,02
Farelo de Girassol	39,52	36,62	0,104	3,61
Farelo de Soja	33,85	66,15	0,101	8,72
Feijão Bandinha	54,57	45,22	0,091	2,87
Glúten de Milho	10,21	46,93	0,066	7,47
Grão de Soja	32,31	67,69	0,118	5,34
Levedura	98,56	1,20	0,073	0,34
Promil	76,96	22,00	0,074	2,16
Refinazil	67,15	29,06	0,077	2,88
Casca de Cacau	37,20	36,40	0,041	3,91
Casca de Café	52,78	22,38	0,026	7,00
Casca de Soja	34,27	65,73	0,023	4,68
Silagem de Capim-elefante	48,83	12,86	0,068	3,79
Silagem de Milho	59,10	22,52	0,030	2,60

Na Tabela 5 estão apresentados os valores de degradação efetiva (%) da proteína bruta para três taxas de passagem: 2, 5 e 8% (AFRC, 1992).

Tabela 5 – Degradação efetiva da proteína bruta de vários alimentos utilizados na alimentação de ruminantes em três taxas de passagens.

Alimentos	DE 2%	DE 5%	DE 8%
Farelo de Arroz	90,21	85,65	83,03
Farelo de Babaçu	69,61	53,96	47,15
Farelo de Trigo	91,31	86,76	83,25
Gérmen de Milho	84,00	73,97	69,13
MDS	78,03	64,51	58,06
MDPS	82,65	69,82	62,97
Milho moído	80,13	67,34	61,07
Polpa Cítrica	91,22	83,46	78,67
Sorgo Moído	80,01	66,90	60,41
Amiréia	99,71	99,53	99,43
Farelo de Algodão 28%PB	89,34	81,37	76,63
Farelo de Algodão 38%PB	82,39	69,64	62,21
Farelo de Algodão 46%PB	87,02	76,45	69,71
Farelo de Amendoim	95,32	90,37	86,91
Farelo de Girassol	70,24	64,26	60,23
Farelo de Soja	89,03	78,03	70,70
Feijão Bandinha	91,66	83,78	78,67
Glúten de Milho	46,17	36,84	31,35
Grão de Soja	87,97	76,25	68,61
Levedura	99,50	99,27	99,13
Promil	94,27	90,07	87,52
Refinazil	90,20	84,74	81,37
Casca de Cacau	61,62	53,55	49,49
Casca de Café	65,39	60,40	58,24
Casca de Soja	69,42	54,97	48,94
Silagem de Capim-elefante	58,77	56,25	54,75
Silagem de Milho	72,69	67,62	65,30

Os coeficientes de degradação da proteína bruta do farelo de algodão 28% encontrados na literatura ainda são bastante discrepantes. Cunha et al. (1998) encontraram valores de 21,31, 72,18 e 0,0231 para as frações “A”, “B” e Kd da proteína bruta. Já Silva et al. (2005) citaram valores de 10,52, 85,26 e 0,1393 para os mesmos coeficientes.

Valadares Filho et al. (2006) citaram, para o farelo de algodão 38% estimativas de 22,70; 68,69 e 0,1143, bem próximas às encontrados neste trabalho. Já Moreira et al. (2003), avaliando o farelo de algodão 46%, apresentaram valores de 32,25, 71,35 e 0,0435 para “A”, “B” e Kd. Segundo o NRC (2001), esses valores seriam 25,6; 55,5 e 0,068 e segundo Valadares Filho et al. (2006): 29,60; 64,55 e 0,0639. Todos eles se

assemelham àqueles encontrados neste experimento com exceção da taxa de degradação da fração insolúvel.

Para o farelo de amendoim, Goes et al. (2004) citaram valores discrepantes daqueles apresentados neste trabalho, porém o NRC (2001) apresentou valores muito próximos.

Valadares Filho et al. (2006) e o NRC (2001) citaram coeficientes diferentes daqueles apresentados na Tabela 4 para o farelo de arroz, porém Zeoula et al. (2006) encontraram coeficientes de 58,36, 24,61 e 0,05 para as frações “A”, “B” e Kd da proteína bruta, próximos aos deste experimento.

A casca de café apresentou valores semelhantes àqueles citados por Valadares Filho et al. (2006) de 52,04, 28,23 e 0,03, para “A”, “B” e Kd, respectivamente. Já para a casca de soja, os valores encontrados por Valadares Filho et al. (2006) foram discrepantes aos deste trabalho, mas Zeoula et al. (2006) e Oliveira et al. (2006) encontraram valores próximos àqueles apresentados na Tabela 4. Os valores de Zeoula et al. (2006) para o gérmen de milho também se assemelharam aos deste experimento.

Para o farelo de girassol, Valadares Filho et al. (2006) apresentam valores superiores aos deste trabalho, assim como o NRC (2001). Já para o glúten de milho, os dados da literatura variam muito para os coeficientes “A”, “B” e Kd, sendo de 10,55; 71,95 e 0,0537 (Valadares Filho et al., 2006); de 3,9; 90,9 e 0,052 (NRC, 2001); de 0,2; 94,9 e 0,005 (Goes et al., 2004); e Moreira et al. (2003) não encontraram um padrão de fermentação para o glúten de milho condizente com o modelo de Ørskov e McDonald (1979).

Os valores dos coeficientes do grão de soja encontrados estão de acordo com os dados obtidos na literatura (NRC, 2001; Caldas Neto et al., 2003; Oliveira et al., 2006; e Valadares Filho et al., 2006).

Em geral os valores de “A”, “B” e Kd para o milho encontrados na literatura variam muito, mas os valores apresentados na Tabela 4 são, em média, maiores para a fração solúvel e menores para a fração potencialmente degradável do que outros autores (NRC, 2001; Oliveira et al., 2003; Goes et al., 2004; Passini et al., 2004; Valadares Filho et al., 2006; Zeoula et al., 2006). As respostas encontradas neste trabalho para a polpa cítrica

seguem o mesmo comportamento do milho e possui a mesma discrepância em relação ao dados da literatura (NRC, 2001; Goes et al., 2004; Valadares Filho et al., 2006).

O promil e o refinazil, assim como para a degradação da matéria seca, apresentaram comportamento semelhante e ambos próximos aos valores citados por Valadares Filho et al. (2006), mas diferentes daqueles mostrados no NRC (2001).

O comportamento da silagem de capim elefante ficou bastante próximo ao encontrado por Cabral et al. (2005), mas diferente daquele apresentado por Valadares Filho et al. (2006). Para a silagem de milho os valores obtidos neste trabalho também estão condizentes com aqueles encontrados na literatura (NRC, 2001; Caldas Neto et al, 2003; Valadares Filho et al., 2006). Cabe lembrar que a variação nos valores de degradação da proteína bruta em alimentos volumosos tende a ser maior devido à maior contaminação bacteriana que ocorre no material durante sua incubação no rúmen.

O farelo de soja também apresentou valores dentro do encontrado na literatura (NRC, 2001; Moreira et al., 2003; Oliveira et al., 2003; Goes et al., 2004; Cabral et al., 2005; Zeoula et al., 2005; Valadares Filho et al., 2006)

O sorgo apresentou valores de “A” maiores e valores de “B” inferiores daqueles apresentados por Valadares Filho et al. (2006) e pelo NRC (2001), mas seu comportamento novamente seguiu a mesma tendência do milho. Já o farelo de trigo apresentou comportamento bastante semelhante ao descrito por Valadares Filho et al. (2006), mas diferente do NRC (2001) e de Goes et al. (2004).

Após a incubação ruminal não houve sobra de amostra suficiente para a determinação da digestão intestinal da proteína não degradada no rúmen da amiréia, o que leva mais uma vez a pensar que praticamente 100% da proteína deste alimento está na forma de proteína degradada no rúmen, o mesmo se observa para a levedura.

Na Tabela 6 são apresentados os valores encontrados para a digestão intestinal da proteína bruta obtidos pelas técnicas do saco de náilon móvel e de três estágios.

Tabela 6 – Digestão intestinal da proteína não-degradada pela técnica do saco de náilon móvel (SNM) $\pm$ o erro-padrão da média e digestão intestinal da PNDR pela técnica dos três estágios (TTE) para vários alimentos utilizados na alimentação de ruminantes

Alimentos	SNM	TTE
Farelo de Arroz	12,87 $\pm$ 0,81	26,74
Farelo de Babaçu	70,65 $\pm$ 1,04	63,00
Farelo de Trigo	29,56 $\pm$ 3,00	33,33
Gérmen de Milho	81,30 $\pm$ 3,06	68,47
MDS	76,06 $\pm$ 1,26	73,50
MDPS	82,70 $\pm$ 1,38	71,76
Milho moído	85,58 $\pm$ 1,28	84,58
Polpa Cítrica	31,82 $\pm$ 0,93	27,71
Sorgo Moído	76,90 $\pm$ 1,55	84,74
Amiréia	-	-
Farelo de Algodão 28%PB	54,46 $\pm$ 0,93	52,01
Farelo de Algodão 38%PB	75,91 $\pm$ 1,45	72,71
Farelo de Algodão 46%PB	84,93 $\pm$ 1,39	67,10
Farelo de Amendoim	27,81 $\pm$ 2,35	48,07
Farelo de Girassol	45,55 $\pm$ 0,48	31,54
Farelo de Soja	93,95 $\pm$ 0,38	91,86
Feijão Bandinha	19,39 $\pm$ 2,88	21,79
Glúten de Milho	82,98 $\pm$ 3,54	85,82
Grão de Soja	32,36 $\pm$ 18,26	39,97
Levedura	87,51	-
Promil	63,16 $\pm$ 1,20	45,47
Refinazil	54,73 $\pm$ 3,78	54,73
Casca de Cacau	4,25 $\pm$ 1,62	8,93
Casca de Café	7,84 $\pm$ 1,46	6,48
Casca de Soja	32,06 $\pm$ 1,18	40,38
Silagem de Capim-elefante	36,26 $\pm$ 2,71	-
Silagem de Milho	25,74 $\pm$ 3,30	-

As digestibilidades intestinais encontradas por Mesgaran & Stern (2005) para o milho, farelo de trigo e farelo de soja foram inferiores àquelas encontradas no presente experimento.

Beran et al. (2005), estudando a digestibilidade da matéria seca e PB de alguns alimentos concentrados usados na alimentação de bovinos pela técnica dos três estágios encontraram valores semelhantes de digestibilidade intestinal para o farelo de girassol, mas valores superiores para a digestibilidade total da PB. Vale ressaltar que o farelo de

girassol estudado no experimento em questão possuía 5% a mais de PB do que no presente trabalho.

Para o farelo de algodão 38% e farelo de soja, os valores de digestibilidade intestinal foram inferiores, mas as digestibilidade totais da PB foram semelhantes. Calsamiglia e Stern (1995) também encontraram valores semelhantes para a digestibilidade total da PB do farelo de soja.

A recuperação total dos sacos pela técnica do saco de náilon móvel foi de 97,68%, valor este maior do que os 95% geralmente encontrados na literatura, sendo que 73,95% dos sacos foram recuperados em até 14 h após a infusão (Figura 1).

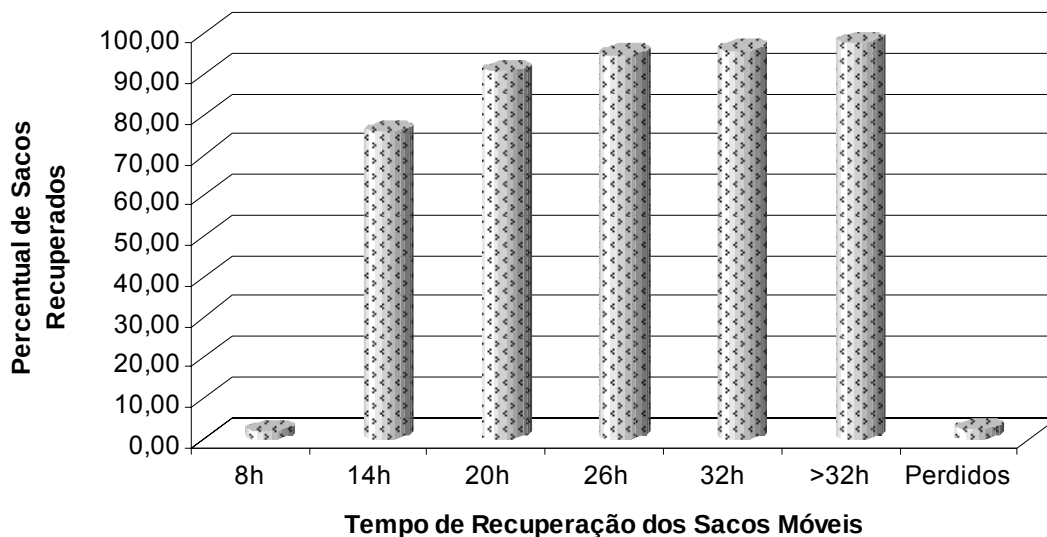


Figura 1 – Perfil recuperação dos sacos pela técnica do saco de náilon móvel

Na Tabela 7 estão apresentados os valores de digestibilidade total da proteína bruta em três taxas de passagem e sua divisão em termos de PDR e PNDR.

Tabela 7 – Digestibilidade total da proteína bruta em função de três taxas de passagens (2, 5 e 8%) e sua divisão em PDR e PNDR de alimentos utilizados na alimentação para bovinos

Alimentos	DTPB	PDR ¹	PNDR ^{1,2}	DTPB	PDR ¹	PNDR ^{1,2}	DTPB	PDR ¹	PNDR ^{1,2}
	2%			5%			8%		
F ^o de Arroz	91,47	98,62	1,38	87,50	97,89	2,11	85,21	97,44	2,56
F ^o de Babaçu	91,08	76,43	23,57	86,49	62,39	37,61	84,49	55,81	44,19
F ^o de Trigo	93,88	97,26	2,74	90,67	95,68	4,32	88,20	94,39	5,61
Gérmen de Milho	97,01	86,59	13,41	95,13	77,76	22,24	94,23	73,37	26,63
MDS	94,74	82,37	17,63	91,50	70,50	29,50	89,96	64,54	35,46
MDPS	97,00	85,21	14,79	94,78	73,67	26,33	93,59	67,28	32,72
Milho moído	97,13	82,49	17,51	95,29	70,67	29,33	94,39	64,71	35,29
Polpa Cítrica	94,01	97,03	2,97	88,72	94,07	5,93	85,46	92,06	7,94
Sorgo Moído	95,38	83,88	16,12	92,35	72,44	27,56	90,86	66,49	33,51
Amiréia	99,94	100,0	-	99,94	100,0	-	99,94	100,0	-
F ^o Algodão 28%PB	95,14	93,89	6,11	91,52	88,92	11,08	89,36	85,76	14,24
F ^o Algodão 38%PB	95,76	86,04	13,96	92,69	75,13	24,87	90,90	68,44	31,56
F ^o Algodão 46%PB	98,04	88,76	11,24	96,45	79,27	20,73	95,44	73,04	26,96
F ^o de Amendoim	96,62	98,65	1,35	93,05	97,12	2,88	90,55	95,98	4,02
F ^o de Girassol	83,80	83,82	16,18	80,54	79,79	20,21	78,34	76,88	23,12
F ^o de Soja	99,34	89,62	10,38	98,67	79,08	20,92	98,23	71,97	28,03
Feijão Bandinha	93,27	98,27	1,73	86,93	96,38	3,62	82,80	95,00	5,00
Glúten de Milho	90,84	50,83	49,17	89,25	41,28	58,72	88,31	35,50	64,50
Grão de Soja	95,52	97,76	2,24	88,29	93,65	6,35	83,24	90,37	9,63
Levedura	99,94	99,56	0,44	99,91	99,36	0,64	99,89	99,24	0,76
Promil	97,89	96,30	3,70	96,34	93,49	6,51	95,40	91,73	8,27
Refinazil	95,56	94,38	5,62	93,09	91,03	8,97	91,57	88,86	11,14
Casca de Cacau	63,25	97,42	2,58	55,52	96,44	3,56	51,64	95,84	4,16
Casca de Café	68,10	96,01	3,99	63,50	95,11	4,89	61,51	94,68	5,32
Casca de Soja	79,23	87,62	12,38	69,41	79,20	20,80	65,31	74,93	25,07
Silagem de Capim-elefante	73,72	79,72	20,28	72,11	78,00	22,00	71,16	76,94	23,06
Silagem de Milho	79,72	91,18	8,82	75,95	89,03	10,97	74,23	87,97	12,03

¹ – Porcentagem da proteína total digestível

² – Obtida pela técnica do saco de náilon móvel

Observa-se que praticamente todos os alimentos estudados possuem digestibilidade total da proteína maior ou próxima de 90%, com exceção das cascas e das silagens. Outros autores também encontraram comportamento semelhante nos estudos de vários alimentos, estando alguns desses alimentos presentes neste trabalho (Rodriguez et al., 2003; Beran et al, 2007). Pode-se observar também que na medida em que se aumenta a taxa de passagem, a digestão total da proteína bruta tende a diminuir e a participação da proteína não degradada no rúmen na digestão total da proteína bruta tende a aumentar.

Os dados obtidos na técnica dos três estágios foram contrastados com aqueles encontrados pela técnica do saco de náilon móvel. Quando realizado o teste

estatístico para a hipótese conjunta $H_0: \beta_0=0$ e $\beta_1=1$, observa-se que houve diferença significativa ($P<0,05$) entre os métodos estudados. A técnica dos três estágios foi desenvolvida com, e para, alimentos protéicos, portanto, mais estudos como esse são necessários para que se haja uma melhor avaliação da técnica para ser utilizada em alimentos energéticos e resíduos da agroindústria. Porém, quando realizado o teste estatístico para a mesma hipótese de nulidade citada anteriormente apenas para os alimentos protéicos utilizados no experimento (Figura 3), observa-se um valor P de 0,2552, evidenciando mais uma vez que para alimentos protéicos a técnica dos três estágios estima com confiança os valores de digestão intestinal da proteína bruta.

Com isso, foi elaborada uma equação para se estimar a digestibilidade intestinal da proteína bruta em função dos dados obtidos pela técnica dos três estágios para alimentos não protéicos (Figura 2).

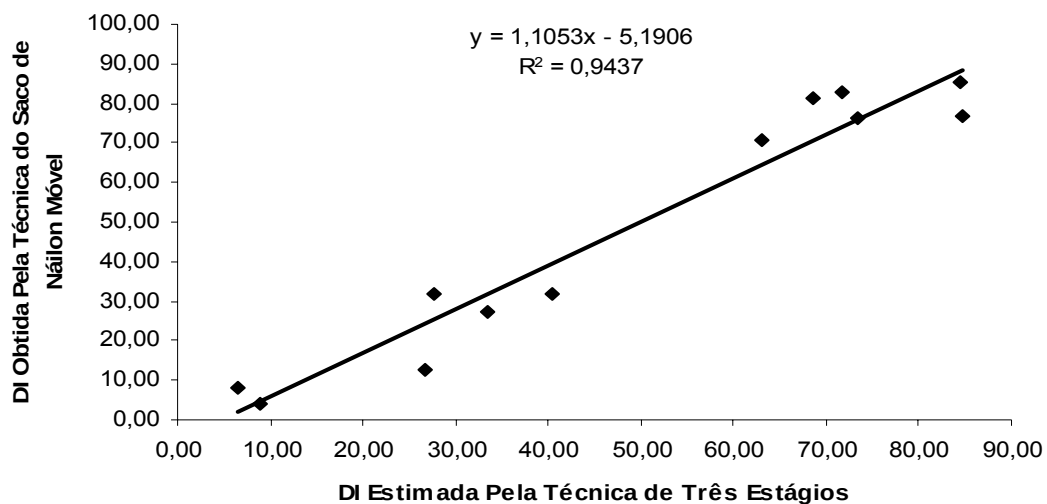


Figura 2 – Digestibilidade intestinal (DI) observada pela técnica do saco de náilon móvel em função da estimada pela técnica dos três estágios.

A equação obtida foi:

$$DIPB (\%) = - 5,1906 + 1,1053 \cdot X, r^2 = 0,94 (P<0,001), \text{ em que:}$$

X = Digestibilidade intestinal da proteína bruta obtida pela técnica dos três estágios.

Na Figura 3 são colocados os dados obtidos na técnica dos três estágios em função daqueles encontrados pela técnica do saco de náilon móvel apenas para os alimentos protéicos utilizados neste experimento.

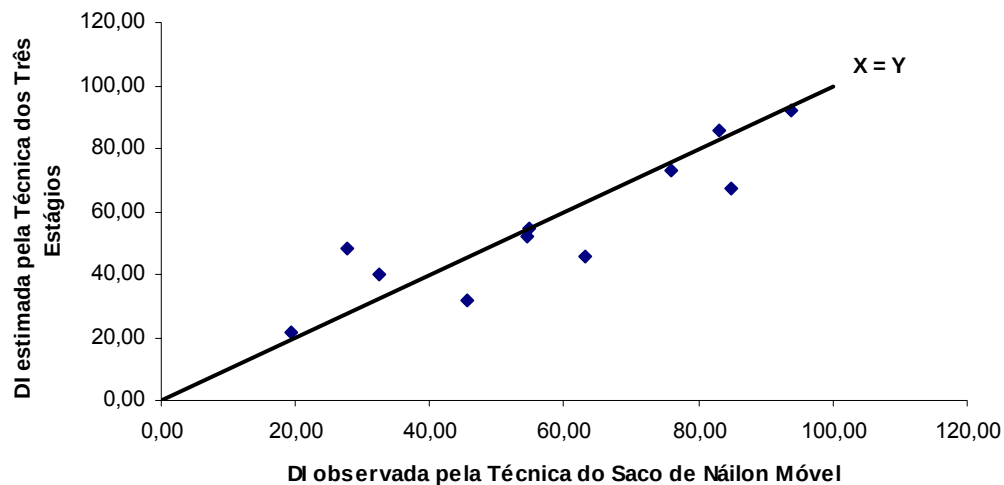


Figura 3 – Digestibilidade intestinal (DI) observada pela técnica do saco de náilon móvel em função da estimada pela técnica dos três estágios para os alimentos protéicos avaliados no experimento.

CONCLUSÕES

A maioria dos alimentos estudados possui digestibilidade total maior ou próxima de 90%, com exceção da casca de soja, de café e cacau e das silagens de milho e de capim-elefante.

O farelo de soja foi o alimento que apresentou maior DI da PB (93,95%), seguido pelo milho (85,58%), farelo de algodão 46% de PB (84,93%) e glúten de milho (82,98%), quando se utiliza a técnica do saco de náilon móvel.

A técnica de três estágios estimou corretamente a digestibilidade intestinal dos alimentos protéicos, mas recomenda-se a utilização da equação $DIPB (\%) = - 5,1906 + 1,1053 \cdot X$, para corrigir a DI obtida pela técnica dos três estágios para alimentos não-protéicos.

LITERATURA CITADA

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. **Nutritive requirements of ruminant animals: protein**. AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients: Report nº9. Nutrition Abstracts and Reviews (Series B) 62, 1992, p.787-835
- ANTONIEWICZ, A. M., VAN VUUREN, A. M., VAN DER KOELEN, C. J., KOSMALA, I. Intestinal digestibility of rumen undegraded protein of formaldehyde-treated feedstuffs measured by mobile bag and in vitro technique. **Animal Feed Science and Technology**. v.39, p.111-124, 1992.
- BERAN, F.H.B., SILVA, L.D.F., RIBEIRO, E.L.A. et al. Digestibilidade da matéria seca e proteína bruta de alguns alimentos concentrados usados na alimentação de bovinos pela técnica de três estádios. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005., Goiânia. **Anais...Goiânia**, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005, CD-ROM.
- BERAN, F.H.B.; SILVA, L.D.F.; RIBEIRO, E.L.A. et al. Avaliação da digestibilidade de nutrientes, em bovinos, de alguns alimentos concentrados pela técnica dos três estágios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.130-137, 2007
- CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Degradabilidade in situ da matéria seca, da proteína bruta e da fibra de alguns alimentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.8, p.777-781. 2005
- CALDAS NETO, S.F., ZEOULA, L.M., PRADO, I.N., KAZAMA, R., PRADO, O.O.P., OLIVEIRA, F.C.L., GERON, L.J.V. Degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta de alguns alimentos em novilhos de corte. . In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003., Santa Maria. **Anais...Santa Maria**, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003, CD-ROM.
- CALSAMIGLIA, S., STERN, M. D., A three-steep in vitro procedure for estimating intestinal digestion of protein in ruminants. **Journal of Animal Science**. V.73, p.1459-1465, 1995.
- CUNHA, J.A.; MELOTTI, L.; LUCCI, C. S. Degradabilidade no rúmen da matéria seca e da proteína do caroço integral e do farelo de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) pela técnica dos sacos de náilon in situ com bovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.35, n.2, P.96-100, 1998.
- FEITOSA, J.V.; MALHEIROS, E.B.; EZEQUIEL, J.M.B.; CARNEIRO, M.S.S.; GALATI, R.L. Modelos de regressão usados no estudo da curva de degradação do farelo de girassol como componente de dietas com diferentes relações volumoso:concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005. Goiânia. **Anais...Goiânia**, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005, CD-ROM.
- FERREIRA, R.N.; ORSINE, G.F.; OLIVEIRA, E.R. et al. Valor nutricional e degradabilidade ruminal da semente e do farelo de girassol. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 6., 2004., Brasília. **Anais... Brasília**, Associação Brasileira de Zootecnistas, 2004, CD-ROM.

- GOES R.H.T.B.; MANCIO, A.B.; VALADARES FILHO, S.C.; LANA, R.P. Degradação ruminal da matéria seca e da proteína bruta, de alimentos concentrados utilizados como suplementos para novilhos. **Ciência Agrotécnica**, v.28, n.1, p.167-173, 2004
- HVELPLUND, T.; WEISBJERG, M. R. *In situ* techniques for the estimation of protein degradability and postrumen availability. In: **Forage Evaluation in Ruminant Nutrition**, CAB International, 2000, p. 233-257.
- HVELPLUND, T., Digestibility of rumen microbial protein and undegraded dietary protein estimated in the small intestine of sheep or by in *sacco* procedure. **Acta Agricultura Scandinavica**, supplement 25, 1985, p.132-144
- MADSEN, J.; HVELPLUND, T.; WEISBJERG, M. R.; BERTILSSON, J.; OLSSON, I.; SPÖRNDLY, R.; HARSTAD, O. M.; VOLDEN, H.; TUORI, M.; VARVIKKO, T.; HUHTANEN, P.; OLAFSSON, B. L. The Aat/PBV protein evaluation system for ruminants: a revision. **Norwegian Journal of Agricultural Science**, v.19, p.1-37, 1995.
- MCNIVEN, M. A., PRESTLOKKEN, E., MYDLAND, L. T., MITCHELL, A. W., Laboratory procedure to determine protein digestibility of heat-treated feedstuffs for dairy cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v.96, p.1-13, 2002.
- MESGARAN, M. D., STERN, M. D., Ruminal and post-ruminal disappearance of various feeds originating from Iranian plan varieties determined by the in situ mobile bag technique and alternative methods. **Animal Feed Science and Technology**, v.118, p.31-46, 2005.
- MORAES, S.A., SILVA, A.G.M., BENEVIDES, Y.I., GIRÃO, ^aJ., BESERRA, L.T., NEIVA, J.N.M., BORGES, I. Degradabilidade in situ da matéria seca do farelo de babaçu em diferentes granulometrias. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005. Goiânia. **Anais...Goiânia**, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005, CD-ROM.
- MOREIRA, J.F.C., RODRIGUEZ, N.M., FERNANDES, P.C.C. et al. Concentrados protéicos para bovinos: 1. Digestibilidade in situ da matéria seca e da proteína bruta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 55, n. 3, p. 315-323, 2003.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. National Academic Press. Washinton, D.C.: 2001. 381p.
- OLIVEIRA, M.V.M.; VARGAS JUNIOR, F.M.; SANCHEZ, L.M.B. et al. Degradabilidade ruminal e digestibilidade intestinal de alimentos por intermédio da técnica in situ associada à do saco de náilon móvel. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.32, n.6, supl.2, p.2023-2031, 2003.
- OLIVEIRA, L.G.; MELO, M.A.F.; ORSINE, G.F. et al. Composição química e degradação ruminal da soja grão e seus resíduos. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006., João Pessoa. **Anais...João Pessoa**, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006, CD-ROM.

- ØRSKOV, E. R.; McDONALD, I., The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge 92, 1979, p.499-503.
- PASSINI, Roberta, BORGATTI, Laura Maria Oliveira, FERREIRA, Fernanda Altieri et al. Degradabilidade no rúmen bovino de grãos de milho processados de diferentes formas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.3, p.271-276, 2004.
- PORCIONATO, M.A.F.; BERCHIELLI, T.T.; FRANCO, G.L. et al. Digestibilidade, degradabilidade e concentração amoniacal no rúmun de bovinos alimentados com polpa cítrica peletizada normal ou queimada. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.33, n.1, p.258-266, 2004.
- RÊGO, A.C.; GOMES, F.H.T.; CÂNDIDO, M.J.D. et al. Degradabilidade “in situ” da material seca e da fibra em detergente neutron de silagens de capim elefantes contendo níveis crescentes de adição do subproduto do caju. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006., João Pessoa. **Anais...João Pessoa**, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006a, CD-ROM.
- RÊGO, A.C.; GOMES, F.H.T.; CÂNDIDO, M.J.D et al. Degradabilidade “in situ” da matéria seca de silagens de capim elefante contendo níveis crescentes de adição do subproduto do grão de urucum. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006., João Pessoa. **Anais...João Pessoa**, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006a, CD-ROM.
- RODRIGUEZ, N.M.; MOREIRA, J.F.C.; FERNANDES, P.C.C. et al. Concentrados protéicos para bovinos. 2. digestão pós-rúminar da matéria seca e da proteína. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 55, n. 3, p. 324-333, 2003.
- SAS – Institute SAS/STAT software: changes and enhancements through release 6.12. Cary, **Statistical Analysis System Institute**, 1997. 1167p.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa: Imprensa Universitária – Universidade Federal de Viçosa, 2002. 165 p.
- SILVA, L.D.F.; CASTRO, V.S.; MORI, R.M. et al. Degradabilidade in situ de silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp), farelo de algodão e torta de girassol em bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005. Goiânia. **Anais...Goiânia**, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005, CD-ROM.
- SOUZA, J.R.T.; CAMARÃO, A.P.; RÊGO, L.C. Degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta de subprodutos da agroindústria, da pesca e de abatedouros em caprinos. **Brazilian Journal of Veterinary Science**. v.37, n.2, p.00-00, 2000.
- TAMMIMGA, S.; VAN STRAALLEN, W. M.; SUBNEL, A. P. J.; MEIJER, R. G. M.; STEG, A.; WEVER, C. J. G.; BLOK, M. G. The Dutch protein evaluation system: the DVE/OEB system. **Livestock Production Science**, v.40, p.139-155, 1994.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. 1998. **SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 8.0. Viçosa, MG. 150p. (Manual do usuário).

- VALADARES FILHO, S.C.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; CAPELLE, E.R.; **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 2ª edição Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, 329p, 2006.
- VERITÉ, R.; MICHALET-DOREAU, B.; CHAPOUTOT, P.; PEYREAU, J. L.; PONCET, C. Révision du système des protéins digestibles dans l'intestin (PDI). In: **Bulletin Technique n°70**. CRVZ de Theix Ceyrat, França, p.19-34, 1987.
- VOIGT, J., PIATKOWSKI, B., ENGELMANN, H., RUDOLPH, E., Measurement of the postruminal digestibility of crude protein by the bag technique in cows. **Archiv für Tierernährung**, v.35, p.555-562, 1985.
- ZEOULA, L.M., GERON, L.J.V., PRADO, I.N., FERELI, F., MATHUSHIDA, M., ERKEL, J.A., JACOB, G., JONKER, R.C. Degradabilidade "in situ" da material seca (ms) e proteína bruta (pb) do resíduo úmido de cervejaria, silagem do resíduo úmido de cervejaria e farelo de soja. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005. Goiânia. **Anais...**Goiânia, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005, CD-ROM.
- ZEOULA, L.M.; KAZAMA, R.; PRADO, I.N.; et al. Cascas de algodão e de soja e farelos de gérmen de milho ou de arroz na alimentação de novilhas: degradabilidade ruminal, digestibilidade aparente e desempenho. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006., João Pessoa. **Anais...**João Pessoa, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006, CD-ROM.

CONCLUSÕES GERAIS

Quatro experimentos foram realizados no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, objetivado validar os uso de indicadores para estimar o consumo individual de animais alimentados em grupo e comparar este com o de animais alimentados individualmente; estudar os efeitos de classe sexual e de nível de oferta de concentrado sobre o desempenho, digestibilidades dos nutrientes, produção de proteína microbiana, características de carcaça e exigências nutricionais de proteína, energia e macrominerais; avaliar o uso da seção entre a 9ª e a 11ª costelas para estimar a composição física da carcaça e a composição dos macrominerais no corpo vazio de bovinos Nelore; e avaliar as degradações ruminais da MS e da PB de vários alimentos utilizados na alimentação de bovinos, bem como determinar a digestibilidade intestinal da PB desses alimentos por meio das técnicas do saco de náilon móvel e de três estágios. Após a conclusão desse trabalho pode-se concluir:

Todos os indicadores estudados são eficientes para estimar a produção de matéria seca fecal, excetuando-se a FDAi. Talvez 144 horas não tenha sido suficiente para estimar adequadamente a FDAi.

Recomenda-se utilizar três dias para coletas de fezes por ser mais barata e menos trabalhosa.

O Cr_2O_3 e o TiO_2 foram igualmente eficientes em estimar o consumo individual de concentrado e a escolha dentre esses indicadores dependerá da disponibilidade, preço e facilidade de análise.

A FDNi pode ser utilizada para se estimar o consumo individual de volumoso junto com outro indicador externo para o concentrado.

Não há diferenças para os consumos de matéria seca de machos inteiros, castrados e fêmeas.

As classes sexuais não influenciam os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes de uma dieta contendo silagem de milho adicionada de 1,00 ou 1,25% de concentrado.

A classe sexual não influencia a produção de proteína microbiana, sendo animais inteiros mais eficientes na retenção do nitrogênio absorvido que fêmeas.

O esquema de alimentação não altera o consumo de matéria seca nem o desempenho de animais Nelore de diferentes classes sexuais. Machos Nelore inteiros ganham aproximadamente 24% a mais de peso do que castrados e esses ganham aproximadamente 22% a mais de peso do que fêmeas.

Ofertas de concentrado entre 1,00 e 1,25% do PV não influenciam as principais características de carcaça e seu rendimento, em bovinos Nelore, sejam machos inteiros, castrados ou fêmeas. Machos inteiros são mais eficientes que machos castrados e fêmeas na deposição de carne e apresentam maiores rendimentos de alguns cortes básicos.

A equação proposta por Paulino (2002) foi eficiente para se estimar a concentração de Ca no corpo vazio. Foram propostas novas equações para se estimar o conteúdo corporal a partir da sua concentração na seção HH de todos os macrominerais.

As exigências líquidas em g/kg de GPCVZ de todos os minerais estudados estão de acordo com os valores encontrados na literatura para animais Nelore ou com algum grau de sangue Nelore.

As exigências líquidas de energia para ganho aumentam na medida em que se aumenta o peso vivo dos animais. As exigências líquidas de proteína para ganho diminuem na medida em que se aumenta o peso vivo dos animais.

A eficiência de conversão de exigências líquidas de proteína para ganho em exigências de proteína metabolizável é de aproximadamente 50%.

A maioria dos alimentos estudados possui digestibilidade total maior ou próxima de 90%, com exceção da casca de soja, de café e cacau e das silagens de milho e de capim-elefante.

O farelo de soja foi o alimento que apresentou maior DI da PB (93,95%), seguido pelo milho (85,58%), farelo de algodão 46% de PB (84,93%) e glúten de milho (82,98%), quando se utiliza a técnica do saco de náilon móvel.

A técnica de três estágios estimou bem a digestibilidade intestinal dos alimentos protéicos, mas recomenda-se a utilização da equação DIPB (%) = $-3,07232 + 1,07882 \cdot X$, para corrigir a DI obtida pela técnica dos três estágios.

Apêndice

Tabela 1 – Número do animal, classe sexual – CS, nível de oferta de concentrado (1,00% ou 1,25% do peso vivo, referência – REF), peso vivo inicial (PVi), peso vivo final (PVf), peso de corpo vazio inicial (PCVZi), peso de corpo vazio final (PCVZf) e dias de confinamento de bovinos Nelore.

Animal	CS	NC	PVi, kg	PVf, kg	PCVZi, kg	PCVZf, kg	DC
2	Macho Castrado	1,00%	286,50	421,5	246,40	388,80	110
4	Macho Castrado	1,00%	277,50	396,5	238,66	366,95	112
7	Macho Castrado	1,00%	292,50	412,0	251,56	377,40	106
9	Macho Castrado	1,25%	299,00	402,5	257,15	369,85	106
12	Macho Castrado	1,25%	278,00	351,0	239,09	329,00	112
15	Macho Castrado	1,25%	278,00	410,0	239,09	383,45	110
16	Macho Inteiro	1,25%	313,00	467,0	275,11	433,50	106
18	Macho Inteiro	1,00%	286,00	441,5	251,38	408,40	110
21	Macho Inteiro	1,25%	275,00	447,0	241,71	424,50	112
23	Macho Inteiro	1,00%	293,50	453,5	257,97	428,60	112
25	Macho Inteiro	1,25%	275,50	411,5	242,15	383,95	110
26	Macho Inteiro	1,00%	315,00	478,5	276,87	432,95	106
31	Fêmea	1,00%	256,00	349,0	226,38	315,70	106
32	Fêmea	1,25%	253,00	332,0	223,73	306,85	112
41	Fêmea	1,00%	273,00	360,5	241,41	324,65	112
43	Fêmea	1,00%	268,00	374,5	236,99	350,80	110
45	Fêmea	1,25%	257,50	384,0	227,71	353,85	110
46	Fêmea	1,25%	276,50	365,0	244,51	350,00	106
10	Macho Castrado	REF	269,5	-	233,24	-	-
13	Macho Castrado	REF	269,0	-	225,85	-	-
14	Macho Castrado	REF	268,5	-	234,96	-	-
20	Macho Inteiro	REF	284,5	-	249,46	-	-
22	Macho Inteiro	REF	291,0	-	252,60	-	-
30	Macho Inteiro	REF	248,0	-	221,22	-	-
35	Fêmea	REF	247,5	-	215,60	-	-
36	Fêmea	REF	225,0	-	198,43	-	-
39	Fêmea	REF	236,0	-	212,37	-	-

Tabela 2 – Número do animal, classe sexual – CS, nível de oferta de concentrado (1,00% ou 1,25% do peso vivo, referência – REF), conteúdos corporais inicial (i) e final (f) de gordura (GORD), proteína (PROT) e energia (ENER) de bovinos Nelore

Animal	CS	NC	GORDi, kg	GORDf, kg	PROTi, kg	PROTf, kg	ENERi, Mcal	ENERf, Mcal
2	Macho Castrado	1,00%	25,37	82,18	49,56	69,54	535,53	1165,36
4	Macho Castrado	1,00%	24,57	84,32	48,00	63,10	518,71	1149,16
7	Macho Castrado	1,00%	25,90	87,98	50,60	64,85	546,75	1193,45
9	Macho Castrado	1,25%	26,48	98,43	51,72	60,36	558,90	1266,28
12	Macho Castrado	1,25%	24,62	78,85	48,09	58,96	519,65	1074,36
15	Macho Castrado	1,25%	24,62	94,73	48,09	66,92	519,65	1268,55
16	Macho Inteiro	1,25%	28,27	101,76	54,35	73,24	590,05	1370,36
18	Macho Inteiro	1,00%	25,83	91,28	49,66	73,23	539,15	1271,83
21	Macho Inteiro	1,25%	24,83	83,74	47,75	83,85	518,42	1260,88
23	Macho Inteiro	1,00%	26,50	85,17	50,96	77,52	553,29	1238,59
25	Macho Inteiro	1,25%	24,88	71,24	47,84	70,32	519,36	1067,04
26	Macho Inteiro	1,00%	28,45	99,05	54,69	74,73	593,82	1353,28
31	Fêmea	1,00%	29,15	83,51	42,14	56,64	526,12	1105,03
32	Fêmea	1,25%	28,81	87,45	41,64	53,30	519,95	1123,19
41	Fêmea	1,00%	31,08	90,98	44,94	59,33	561,06	1190,39
43	Fêmea	1,00%	30,52	101,38	44,11	61,68	550,78	1301,43
45	Fêmea	1,25%	29,32	105,99	42,38	54,90	529,20	1306,52
46	Fêmea	1,25%	31,48	98,99	45,51	55,30	568,25	1242,91
10	Macho Castrado	REF	-	21,43	-	44,57	-	453,26
13	Macho Castrado	REF	-	24,97	-	49,08	-	512,01
14	Macho Castrado	REF	-	25,01	-	45,81	-	493,93
20	Macho Inteiro	REF	-	20,66	-	49,49	-	473,77
22	Macho Inteiro	REF	-	29,01	-	48,62	-	547,39
30	Macho Inteiro	REF	-	24,46	-	44,64	-	482,11
35	Fêmea	REF	-	24,37	-	41,29	-	462,38
36	Fêmea	REF	-	27,56	-	36,97	-	467,89
39	Fêmea	REF	-	28,54	-	38,35	-	484,94

Tabela 3 – Número do animal, classe sexual – CS, nível de oferta de concentrado (1,00% ou 1,25% do peso vivo, referência – REF), peso de corpo vazio médio metabólico (PCVZ^{0,75}), energia retida (ER, Mcal/kg PCVZ^{0,75}), produção de calor (PC, Mcal/kg PCVZ^{0,75}), consumo de matéria seca médio (CMS, kg/dia) e ganho médio diário (GMD, kg/dia) de Bovinos Nelore

Animal	CS	NC	PCVZ ^{0,75}	CEM	ER	PC	CMS	GMD
2	Macho Castrado	1,00%	75,23	0,231	0,078	0,153	7,72	1,29
4	Macho Castrado	1,00%	72,59	0,246	0,080	0,167	7,88	1,13
7	Macho Castrado	1,00%	74,68	0,213	0,084	0,129	7,69	1,14
9	Macho Castrado	1,25%	74,50	0,275	0,092	0,183	8,23	0,99
12	Macho Castrado	1,25%	69,19	0,248	0,074	0,175	6,93	0,70
15	Macho Castrado	1,25%	74,11	0,253	0,094	0,159	8,01	1,26
16	Macho Inteiro	1,25%	81,65	0,256	0,092	0,164	9,66	1,47
18	Macho Inteiro	1,00%	77,39	0,232	0,088	0,144	8,66	1,48
21	Macho Inteiro	1,25%	77,96	0,220	0,087	0,133	8,54	1,64
23	Macho Inteiro	1,00%	79,74	0,216	0,078	0,137	8,80	1,52
25	Macho Inteiro	1,25%	74,41	0,202	0,069	0,133	7,68	1,30
26	Macho Inteiro	1,00%	81,75	0,256	0,090	0,167	9,02	1,56
31	Fêmea	1,00%	66,80	0,254	0,084	0,171	6,96	0,89
32	Fêmea	1,25%	65,73	0,269	0,084	0,185	6,99	0,75
41	Fêmea	1,00%	69,00	0,239	0,083	0,156	7,18	0,83
43	Fêmea	1,00%	70,98	0,256	0,098	0,158	7,96	1,01
45	Fêmea	1,25%	70,41	0,258	0,102	0,156	8,31	1,20
46	Fêmea	1,25%	71,58	0,251	0,091	0,160	7,76	0,84

Tabela 4 - Número do animal, classe sexual – CS, nível de oferta de concentrado (1,00% ou 1,25% do peso vivo, referência – REF), peso de carcaça fria (PCF), rendimento de carcaça fria (RCF, %), área de olho de lombo (AOL, cm²), espessura de gordura subcutânea (EGS, mm) e comprimento de carcaça (CC, cm) de bovinos Nelore

Animal	CS	NC	PCF	RCF	AOL	EGS	CC
2	Macho Castrado	1,00%	242,60	57,69	74,55	5,80	116,0
4	Macho Castrado	1,00%	229,00	58,72	66,40	6,80	114,0
7	Macho Castrado	1,00%	224,70	55,69	65,57	4,65	113,0
9	Macho Castrado	1,25%	244,70	62,90	67,81	8,30	110,0
12	Macho Castrado	1,25%	210,65	62,32	57,80	5,85	114,0
15	Macho Castrado	1,25%	243,20	59,53	77,34	6,65	120,5
16	Macho Inteiro	1,25%	271,55	59,75	67,23	6,55	116,0
18	Macho Inteiro	1,00%	257,50	57,93	75,08	4,80	115,0
21	Macho Inteiro	1,25%	264,90	59,06	69,50	5,65	116,0
23	Macho Inteiro	1,00%	268,15	58,68	84,44	5,65	118,0
25	Macho Inteiro	1,25%	240,85	58,18	84,90	4,90	118,0
26	Macho Inteiro	1,00%	270,15	57,91	79,75	6,60	111,0
31	Fêmea	1,00%	193,00	56,76	62,87	6,10	109,0
32	Fêmea	1,25%	191,05	58,16	56,63	7,85	114,5
41	Fêmea	1,00%	203,75	62,40	49,80	9,00	108,0
43	Fêmea	1,00%	214,30	57,07	65,41	6,25	113,0
45	Fêmea	1,25%	221,25	58,92	62,05	5,85	111,0
46	Fêmea	1,25%	204,15	57,43	67,42	5,15	109,0

Tabela 5 - Número do animal, classe sexual – CS, nível de oferta de concentrado (1,00% ou 1,25% do peso vivo, referência – REF), consumo de extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não fibrosos (CNF) e matéria orgânica (MO) em bovinos Nelore

Animal	CS	NC	EE	PB	FDNcp	CNF	MO
1	Macho Castrado	1,25%	0,18	0,75	2,93	3,29	7,00
3	Macho Castrado	1,25%	0,17	0,71	2,69	3,09	8,75
5	Macho Castrado	1,00%	0,17	0,78	3,03	2,93	6,53
6	Macho Castrado	1,00%	0,18	0,78	3,14	3,03	6,78
8	Macho Castrado	1,00%	0,17	0,76	2,88	2,85	6,29
11	Macho Castrado	1,25%	0,18	0,75	2,73	3,24	6,40
17	Macho Inteiro	1,00%	0,20	0,83	3,42	3,19	7,26
19	Macho Inteiro	1,25%	0,18	0,71	2,84	3,22	6,51
24	Macho Inteiro	1,00%	0,18	0,79	3,04	3,00	6,64
27	Macho Inteiro	1,25%	0,18	0,74	2,77	3,21	6,44
28	Macho Inteiro	1,00%	0,12	0,60	2,10	2,19	4,69
29	Macho Inteiro	1,25%	0,16	0,69	2,49	3,01	5,88
33	Fêmea	1,25%	0,17	0,68	2,61	3,05	6,07
34	Fêmea	1,25%	0,12	0,49	1,99	2,18	4,40
37	Fêmea	1,00%	0,17	0,73	2,89	2,81	6,27
40	Fêmea	1,00%	0,15	0,67	2,65	2,58	5,71
42	Fêmea	1,25%	0,14	0,58	2,29	2,55	5,19
44	Fêmea	1,00%	0,14	0,61	2,31	2,36	5,12

Tabela 6 - Número do animal, classe sexual – CS, nível de oferta de concentrado (1,00% ou 1,25% do peso vivo, referência – REF), excreção de extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não fibrosos (CNF) e matéria orgânica (MO) em bovinos Nelore

Animal	CS	NC	EE	PB	FDN	CNF	MO
1	Macho Castrado	1,25%	0,06	0,29	1,27	0,64	2,27
3	Macho Castrado	1,25%	0,07	0,30	1,18	0,59	2,14
5	Macho Castrado	1,00%	0,04	0,28	1,39	0,49	2,20
6	Macho Castrado	1,00%	0,06	0,32	1,33	0,58	2,30
8	Macho Castrado	1,00%	0,04	0,28	1,20	0,53	2,05
11	Macho Castrado	1,25%	0,09	0,36	1,30	0,63	2,38
17	Macho Inteiro	1,00%	0,05	0,33	1,68	0,54	2,60
19	Macho Inteiro	1,25%	0,06	0,30	1,25	0,64	2,25
24	Macho Inteiro	1,00%	0,06	0,31	1,33	0,57	2,27
27	Macho Inteiro	1,25%	0,05	0,29	1,34	0,45	2,14
28	Macho Inteiro	1,00%	0,03	0,26	0,94	0,45	1,69
29	Macho Inteiro	1,25%	0,05	0,27	1,09	0,53	1,94
33	Fêmea	1,25%	0,04	0,28	1,12	0,64	2,08
34	Fêmea	1,25%	0,04	0,20	0,93	0,32	1,49
37	Fêmea	1,00%	0,04	0,28	1,30	0,49	2,12
40	Fêmea	1,00%	0,03	0,28	1,23	0,47	2,00
42	Fêmea	1,25%	0,03	0,24	1,11	0,44	1,83
44	Fêmea	1,00%	0,03	0,22	1,08	0,41	1,75