

MATEUS PIES GIONBELLI

**DESEMPENHO PRODUTIVO E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE FÊMEAS
NELORE EM CRESCIMENTO**

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
2010

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

G496d
2010

Gionbelli, Mateus Pies, 1986-

Desempenho produtivo e exigências nutricionais de fêmeas
Nelore em crescimento / Mateus Pies Gionbelli. – Viçosa, MG,
2010.

xi, 106f. : il. ; 29cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Sebastião de Campos Valadares.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Nelore (Zebu). 2. Bovino de corte - Nutrição. 3. Proteínas
na nutrição animal. 4. Minerais na nutrição animal. 5. Bovino
de corte - Composição. 6. Bovino de corte - Crescimento.
7. Bovino de corte – Alimentação e rações. I. Universidade
Federal de Viçosa. II. Título.

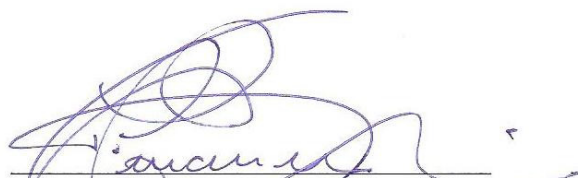
CDD 22.ed. 636.20855

MATEUS PIES GIONBELLI

DESEMPENHO PRODUTIVO E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE FÊMEAS NELORE
EM CRESCIMENTO

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.

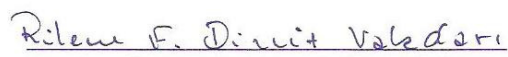
Aprovada em 24 de fevereiro de 2010.



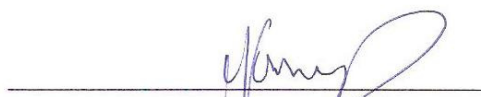
Prof. Edenio Detmann
(Co-Orientador)



Prof. Pedro Veiga Rodrigues Paulino
(Co-Orientador)



Prof.^a. Rilene Ferreira Diniz Valadares



Prof. Mário Fonseca Paulino



Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho
(Orientador)

Em memória do meu primo Rafael Pies.

A um guerreiro chamado Cristian Pies Gionbelli, do qual Deus me deu a ilustre oportunidade de ser irmão.

Ao meu pai Valdir, minha mãe Cecília e minha irmã Mariana, por serem meu porto seguro, exemplos de vida e aos quais devo tudo o que sou.

Ao meu tio Miguel Pies, pelo exemplo de humildade, força e alegria.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e pela força que me sustenta.

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 de mestrado.

Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Ciência Animal (INCT-CA) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto de pesquisa.

Ao professor Sebastião de Campos Valadares Filho, pela oportunidade, pela excelente orientação em todos os momentos deste trabalho, pela atenção, confiança e exemplo de profissionalismo.

Ao professor Pedro Veiga Rodrigues Paulino pela amizade, pelos ensinamentos e pelas importantes contribuições para este trabalho.

Ao professor Edenio Detmann pela ajuda com as análises estatísticas e pela importante contribuição com a execução deste trabalho.

À professora Rilene Ferreira Diniz Valadares, pelo auxílio para as coletas de urina e pela disposição sempre simpática em ajudar.

Ao professor Mario Fonseca Paulino por ter aceitado participar da elaboração deste trabalho.

Ao amigo André Finkler pelo incentivo e confiança.

Ao amigo e colega Marcos Inácio Marcondes pelos ensinamentos e pela agradável parceria e ajuda sempre prestada.

Aos meus eternos amigos: Mezzomo, Nízio, Toquinho, Leandro Alebrante, Petrolli, Luiz Fernando, Laura, Besouro, Sinona, pelos agradáveis momentos de convivência durante o mestrado.

Aos amigos que fiz em Viçosa: Mürcin, Ivanna, Palominha, Victor, Heloisa, Luciana Lacerda, Mozart, Sete Hora, Pedrão, Balbino, Evaristo, Tadeu, Goiano, Catanha, Kássia, Jucilene, Luciana Pará, Rodrigo, Stefanie, Laizão, Dani Ácido Bórico, Wender, Zé Augusto, Cinthia, Douglas Pina, Hélio e muitos outros.

Aos atletas do Banquinho de Leiteiro FC.

Aos funcionários do DZO: Pum, Marcelo Cardoso, Joélcio, Zezé, Monteiro, Mário, Venâncio, Fernanda e Celeste; e funcionários da Fazenda Cachoeirinha: Vanor, Divino e Antônio.

Aos estagiários: Tathy e Laura (que cuidaram do experimento no carnaval), Camilão, Luiz Fernando (que cuidou do experimento no Natal), Alexandre, Zanetti, Palomão, Patrícia do ES, Marcelo Grossi, Tháyna, Fabiana Capa Gato, e até ao Jeca (mesmo que não tenha ido nenhum dia).

À Tathy, em especial, pelo carinho, compreensão, ajuda e companheirismo.

Aos meus primos Glauco e Luiz Antonio pela irmandade e confiança; e a todos meus demais parentes, pelo apoio.

Aos meus pais, Valdir e Cecília, pelos ensinamentos de vida, amor incondicional, pela compreensão, orgulho e confiança.

Ao meu irmão Cristian, pelo exemplo de garra, luta e superação.

À minha irmã Mariana, pelo amor, carinho e bondade.

BIOGRAFIA

MATEUS PIES GIONBELI, filho de Valdir Gionbelli e Cecília Pies Gionbelli, nasceu em Campo Erê, SC, em 12 de julho de 1986.

Em julho de 2008, graduou-se em Zootecnia pela Universidade do Estado de Santa Catarina.

Em agosto de 2008, 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 dissertação em 24 de fevereiro de 2010.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	vii
ABSTRACT	x
INTRODUÇÃO	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	5
 CAPÍTULO 1 - Consumo, desempenho, digestibilidade, eficiência microbiana e características de carcaça de fêmeas Nelore em crescimento	
Resumo	9
Abstract	10
Introdução	11
Materiais e Métodos	12
Resultados e Discussão	19
Conclusões	29
Referências Bibliográficas	30
 CAPÍTULO 2 - Exigências nutricionais de energia, proteína e macrominerais para fêmeas Nelore em crescimento	
Resumo	34
Abstract	35
Introdução	36
Materiais e Métodos	37
Resultados e Discussão	49
Conclusões	71
Referências Bibliográficas	72
 CAPÍTULO 3 - Estimativa da composição química de componentes não-carcaça em bovinos	
Resumo	77
Abstract	78
Introdução	79
Materiais e Métodos	80
Resultados e Discussão	82
Conclusões	89
Referências Bibliográficas	90
CONCLUSÕES GERAIS	92
APÊNDICE	94

RESUMO

GIONBELLI, Mateus Pies, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2010.

Desempenho produtivo e exigências nutricionais de fêmeas Nelore em crescimento.

Orientador: Sebastião de Campos Valadares Filho. Co-Orientadores: Edenio Detmann e

Pedro Veiga Rodrigues Paulino

O presente trabalho foi desenvolvido a partir de três experimentos conduzidos com o objetivo de avaliar o desempenho produtivo e determinar as exigências nutricionais de fêmeas Nelore em crescimento. Nos dois primeiros experimentos objetivou-se avaliar o consumo de matéria seca (CMS) e de nutrientes, ganho médio diário (GMD), eficiência alimentar (EA), digestibilidade das dietas, eficiência microbiana e rendimento de carcaça (RC) e de cortes básicos (RCB) de novilhas Nelore jovens recebendo dois níveis de concentrado. Foram utilizadas 19 novilhas Nelore com peso médio inicial de $165,6 \pm 29,8$ kg e 9 meses de idade. Três animais foram utilizados no primeiro experimento, para determinação das digestibilidades e eficiência microbiana dos dois níveis de concentrado da dieta (22,5 e 45%) e incluindo também um tratamento com consumo restrito em nível de manutenção. No segundo experimento, as 16 novilhas restantes foram confinadas por 168 dias para avaliação de consumo e desempenho, divididas em dois tratamentos, sendo 22,5 e 45% de concentrado na dieta. A cada 42 dias, 4 animais, sendo dois de cada tratamento, foram abatidos para determinação das características de carcaça, perfazendo um esquema fatorial 2×4 . As digestibilidades e a eficiência microbiana não foram afetadas ($P > 0,05$) pelo nível de concentrado na dieta e nem pelo nível de consumo, ad libitum ou restrito. Novilhas recebendo 45% de concentrado na dieta apresentaram maior GMD ($P < 0,05$) do que aquelas alimentadas com 22,5% de concentrado, sendo que o CMS e a EA não diferiram ($P > 0,05$) entre os dois tratamentos. O GMD (kg/dia), CMS (% do peso corporal/dia) e EA foram maiores ($P < 0,05$) no primeiro período de confinamento (0 a 42 dias) em relação aos demais (42 a 168 dias). Concluiu-se a partir destes dois experimentos que, novilhas Nelore jovens alimentadas com 45% de concentrado têm melhor GMD do que aquelas alimentadas com 22,5% de concentrado e que, fêmeas Nelore abatidas jovens apresentam adequado RC e RCB e podem atingir maturidade para abate (mínimo de 3 mm de gordura subcutânea) a partir de 274 kg de peso corporal, ou 10 @ de carcaça. O terceiro experimento teve o objetivo de determinar as exigências nutricionais de proteína, energia e macrominerais (Ca, Mg, P, Na e K) e verificar as variações na retenção de energia na forma de proteína e gordura bem como avaliar as eficiências de deposição de proteína, energia e da utilização da

energia metabolizável para manutenção e ganho de peso de fêmeas Nelore em crescimento. Foi empregada a técnica de abate comparativo, utilizando-se 24 novilhas Nelore com peso médio inicial de $168,9 \pm 27,1$ kg, sendo 4 abatidas no início do experimento, constituindo o grupo referência. Os 20 animais remanescentes foram confinados por 168 dias, sendo realizados abates a cada 42 dias para determinação das composições corporais mediante análise química dos tecidos. Foram avaliados vários métodos para determinação das exigências líquidas e metabolizáveis, de energia para manutenção (EL_m , EM_m), proteína para manutenção (PL_m , PM_m); e também para ganho de energia (ER), proteína (PR) e macrominerais. As exigências de EL_m e EM_m obtidas foram, respectivamente, 77,58 e 119,74 Kcal/PCVZ^{0,75}/dia, e os modelos obtidos para ER e PR foram $ER = 0,0701 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,1216}$ e $PR = GPCVZ \times (256 - 25,71 \times ER \div GPCVZ)$. A exigência de PM_m obtida para novilhas Nelore foi de 3,61 g/PC^{0,75}/dia. A eficiência de uso da proteína metabolizável para ganho foi de 0,42 e as eficiências de deposição de energia na forma de proteína e gordura foram de 0,25 e 0,83, respectivamente. Concluiu-se, neste terceiro experimento, que os requisitos líquidos por kg de ganho de peso de proteína e minerais diminuem, e os de energia aumentam, com o aumento do peso corporal, e que a eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho (K_g) reduz em função da energia retida como proteína no ganho para fêmeas Nelore em crescimento. Também foi desenvolvido um estudo da possibilidade do desenvolvimento de equações para estimativa da composição química de componentes não-carcaça (cabeça, pés, sangue, couro e órgãos e vísceras) de fêmeas Nelore a partir do peso de corpo vazio (PCVZ), da composição química da carcaça e da proporção dos componentes no PCVZ. Utilizaram-se dados de 24 novilhas Nelore com peso entre 126 e 304 kg, do experimento de abate comparativo descrito anteriormente. Foram construídas equações de regressão múltipla para seleção das variáveis preditoras por meio da técnica stepwise. O PCVZ foi a variável preditora que mais influenciou a composição química dos componentes não-carcaça. Foi encontrada influência da composição química da carcaça sobre a porcentagem de proteína bruta (PB) da cabeça, dos pés e do couro. A porcentagem de potássio (K) na cabeça, pés e sangue pode ser estimada através do PCVZ. A composição química de todos os constituintes químicos do sangue, exceto o magnésio (Mg) pode ser estimada por meio do PCVZ do animal. Já a composição química dos órgãos e vísceras não pode ser estimada, exceto do extrato etéreo, levando a afirmação de que a composição química deste componente corporal dificilmente levará a resultados com boa exatidão. Concluiu-se neste estudo que a composição química da cabeça, dos pés e do sangue de

bovinos pode ser estimada a partir do peso de corpo vazio e da composição química da carcaça, de forma a não ser necessária a dissecação completa, no caso da cabeça e dos pés, reduzindo a mão-de-obra e o custo com análises químicas. Sugere-se, porém, que seja estudada a possibilidade da construção de modelos utilizando-se um banco de dados maior, a fim de melhorar a precisão e exatidão dos modelos e identificar outras possíveis variáveis e também os efeitos de sexo e raça.

ABSTRACT

GIONBELLI, Mateus Pies, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February of 2010.
Performance and nutritional requirements of growing Nellore heifers. Adviser:
Sebastião de Campos Valadares Filho. Co-Advisers: Edenio Detmann and Pedro Veiga
Rodrigues Paulino

This work was developed based on three experiments conducted aiming to evaluate animal performance and determine the nutritional requirements of growth in Nellore female cattle. The first two experiments aimed evaluate the dry matter intake (DMI) and nutrients, average daily gain (ADG), feed efficiency (FE), diet digestibility, microbial efficiency and cold carcass yield (CCY) and primal cuts (PC) of young Nellore heifers receiving two levels of concentrate. Nineteen heifers with initial average weight of 165.6 ± 29.8 kg were used. Three animals were used in a trial to determine the digestibility and microbial efficiency of the two levels of concentrate diet (22.5 and 45%) and also including treatment with a restricted intake maintenance level. The remaining 16 heifers were confined for 168 days for evaluation of performance and intake, divided into two levels of concentrate, being 22.5 and 45% concentrate diet. Every 42 days, four animals, two from each level of concentrate, were slaughtered to determine carcass characteristics, making a factorial arrangement 2×4 . The digestibility and microbial efficiency were not affected ($P > 0.05$) by concentrate level and not by the level of intake, ad libitum or restricted. Heifers fed 45% concentrate diet had greater ADG ($P < 0.05$) than those fed 22.5% concentrate, and the CMS and EA did not differ ($P > 0.05$) between levels of concentrate. ADG (kg / day), DMI (% body weight/day) and EA were higher ($P < 0.05$) in the first period of feedlot (0-42 days) compared to the other (42 to 168 days). It can be conclude that heifers fed 45% concentrate had greater ADG than those fed 22.5% concentrate, and that Nellore heifers, feedlot after weaning and slaughtered young, have appropriate CCY and PC and can reach the point of slaughter (more than 3 mm subcutaneous fat) from 274 kg of body weight, or 10 @ of carcass weight. The third experiment was carried out aiming to determine the nutritional requirements of protein, energy and macro minerals (Ca, Mg, P, Na and K), verify the variations in the retention of energy as protein and fat as well as evaluate the efficiencies of protein and energy deposition and the efficiency of metabolizable energy utilization for maintenance and weight gain of growing Nellore heifers. A comparative slaughter experiment was conducted using 24 heifers with an average initial weight of 168.9 ± 27.1 kg. At the beginning of the trial four heifers were slaughtered, constituting the reference group. The 20 remaining animals were

confined for 168 days, and harvest every 42 days for determination of body composition by chemical analysis of tissues. Several methods for determination of metabolizable and net requirements of energy for maintenance (NE_m and ME_m), protein for maintenance (NP_m and MP_m), energy to gain (RE), protein to gain (RP) and macro minerals to gain were evaluated. The requirements NE_m and ME_m obtained were respectively 77.58 and 119.74 Kcal/EBW^{0.75}/day, and the models obtained for ER and PR were: ER (Mcal/day) = $0.0701 \times EBW^{0.75} \times EBG^{1.1216}$ and RP (g/day) = $EBW \times (256 \text{ to } 25.71 \times ER \div EBW)$, respectively. The requirement of MP_m obtained for heifers was 3.61 g/PC^{0.75}/day. The efficiency of use of metabolizable protein for gain was 0.42 and the efficiency of energy deposition as protein and fat were 0.25 and 0.83, respectively. It can be concluded that requirements per kg net weight gain of protein and minerals decrease while the energy increases with increasing body weight, and that the efficiency of utilization of metabolizable energy for gain (k_g) decreases as a function of energy retained as protein in the gain in Nellore heifers. We also developed a study aiming to develop equations to estimate the chemical composition of non-carcass components (head, feet, blood, skin and organs and viscera) of Nellore females from the empty body weight (EBW) of body composition and the proportion of components in EBW. Data from 24 heifers weighing between 126 and 304 kg, derived from a comparative slaughter experiment were used. It was developed a multiple regression equations for selection of predictor variables by stepwise technique. The EBW was the predictor variable that most influenced the chemical composition of non-carcass components. It was observed an influence of carcass chemical composition on the percentage of crude protein (CP) of the head, legs and leather. The percentage of potassium (K) in the head, feet and blood can be estimated using the EBW. The chemical composition of all chemical constituents of blood, except the magnesium (Mg) can be estimated using the EBW of the animal. Since the chemical composition of organs and viscera cannot be estimated, except the fat, taking the statement that the chemical composition of this body component hardly lead to results with good accuracy. It can be concluded that the chemical composition of the head, feet and the blood of cattle can be estimated from empty body weight and body composition, being not necessary a complete dissection of the head and feet. However, further studies should be conduct to build models using a larger database in order to improve the precision and accuracy of the models as well as identify other possible variables and also the effects of gender and breed type.

INTRODUÇÃO

Os trópicos da América Latina são notadamente adaptados à produção de bovinos, pois possuem condições extremamente favoráveis à produção de gramíneas forrageiras, as quais têm os bovinos como principais utilizadores. Em função dessas e de outras características, como a adaptabilidade dos animais utilizados, o Brasil ocupa hoje posição de destaque na bovinocultura mundial.

Na bovinocultura de corte, assim como na grande maioria das demais atividades zootécnicas, a nutrição é o item de maior custo operacional de produção. O conhecimento preciso dos requerimentos nutricionais dos animais aliado ao conhecimento do valor nutricional dos alimentos disponíveis são ferramentas básicas para a formulação de dietas adequadas e para o conseqüente aumento das eficiências produtiva, econômica e ambiental da atividade.

A busca de informações acerca da forma de utilização da energia pelos animais tem instigado pesquisadores desde o século XIII, levando, com o passar do tempo, ao desenvolvimento de modelos de estudo e predição das exigências de energia e de nutrientes pelos animais (Ferrel e Oltjen, 2008). Países como Estados Unidos, Reino Unido, França e Austrália estabeleceram há algum tempo os requerimentos nutricionais de seus rebanhos de bovinos de corte, de acordo com as características e peculiaridades de suas realidades, apresentando atualizações e evoluções (ARC, 1980; AFRC, 1993; NRC, 2000; CSIRO, 2007; INRA, 2007). Diferentemente desses países, onde há predominância de animais taurinos, no Brasil bovinos zebuínos compõem cerca de 80% do rebanho de corte (Anualpec, 2009). Animais zebuínos são também maioria em diversas regiões tropicais do mundo (Stonaker, 1971).

No Brasil, Valadares Filho et al. (2006) publicaram as primeiras Tabelas Brasileiras de Exigências Nutricionais de Zebuínos, com base em banco de dados de experimentos realizados em condições brasileiras desde a década de 90. Chizzotti et al. (2008) atualizaram esse banco de dados e realizaram meta-análise para estabelecer novos modelos para a quantificação das exigências nutricionais de zebuínos e seus cruzamentos. Entretanto, dos trabalhos nos quais se avaliaram exigências nutricionais envolvendo fêmeas zebuínas no Brasil (Paulino, 2006; Chizzotti et al., 2007; Marcondes et al., 2009; Souza et al., 2009) nenhum utilizou animais com pesos inferiores à 250 kg.

A utilização de animais em crescimento nos experimentos de exigências nutricionais não tem sido freqüente no Brasil, e os dados em condições brasileiras para faixas menores de peso são escassos. A utilização de animais jovens pode também facilitar o entendimento de uma série de questões relacionadas às exigências nutricionais, muitas dessas relacionadas à composição corporal e à eficiência de crescimento e deposição de tecidos.

Não obstante à quantificação dos requerimentos nutricionais, mostra-se fundamental também a avaliação das eficiências de utilização da energia e nutrientes para manutenção e deposição de tecidos pelos animais, uma vez que tais eficiências variam em função de uma série de fatores, como condição alimentar (Garrett, 1980; Vêras et al., 2001), idade dos animais e composição do ganho (Blaxter et al., 1966), sendo escassas as informações sobre essas eficiências para fêmeas zebuínas em crescimento.

A eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso (K_g) é fundamental para converter-se as exigências de energia líquida retida no corpo do animal (ER) em exigências de energia metabolizável para ganho de peso. A K_g tem sido estimada como o coeficiente de inclinação da regressão linear da ER em função do consumo de energia metabolizável (NRC, 2000), resultando em eficiência estática. Valadares Filho et al. (2006) reportaram que para dietas com baixa energia (com teores de concentrados inferiores a 50%), o valor de K_g foi de aproximadamente 0,35 e para dietas com alta energia, o valor da K_g foi de aproximadamente 0,47, e que, analisando os dados de todas as dietas em conjunto, o valor da K_g obtido foi de aproximadamente 0,38. Logo, a utilização desse valor para todas as taxas de ganho de peso, ou seja, diferentes níveis de energia na dieta, poderia subestimar as exigências de energia metabolizável para ganho de peso de dietas com baixa energia e superestimar para dietas de alta energia. De acordo com o CSIRO (2007), o uso de K_g fixa irá superestimar o ganho de energia quando esse ganho é formado principalmente pelo ganho de proteína.

Os principais sistemas de exigências nutricionais (ARC, 1980; AFRC, 1993; NRC, 2000; CSIRO, 2007) utilizam a metabolizabilidade da dieta para estimar K_g variável. No entanto, este método pode não ser adequado em algumas ocasiões, principalmente quando não há o conhecimento da dieta por parte de quem irá calcular as exigências nutricionais do rebanho. Nestes casos, método iterativo é necessário para avaliar a K_g , empiricamente, escolhendo-se valor inicial para a metabolizabilidade da dieta.

O efeito da deposição de gordura e proteína não é considerado no cálculo da K_g pelos sistemas NRC (2000), ARC (1980), AFRC (1993) e CSIRO (2007), embora Geay (1984)

tenha relatado que a K_g depende da composição do ganho em animais não ruminantes e que provavelmente assim seria também nos ruminantes. Tedeschi et al. (2004) relataram que variações na composição do ganho alteram a K_g pelo fato de que a deposição de gordura tem maior eficiência do que a deposição de proteína, muito provavelmente devido ao custo do volume de proteína e ao fato de que a gordura é depositada a partir do excesso de energia ingerida ou sintetizada a partir de proteínas e carboidratos, enquanto que a proteína é depositada somente a partir de proteínas. Outro fato que contribui para a menor eficiência energética da deposição de proteína é o alto turnover protéico existente nos tecidos, que resulta em alto gasto energético (Gill et al., 1989).

Existem vários trabalhos demonstrando que a eficiência energética de deposição de gordura (K_f) é superior à de proteína (K_p), sendo alguns deles produzidos a partir de dados de animais criados em condições brasileiras. Paulino et al. (2007) encontraram K_f de 0,77 e K_p de 0,21, trabalhando com um grupo de 185 animais. Já Chizzotti et al. (2008) encontraram, através de dados oriundos de 16 experimentos ($n = 389$), K_f de 0,79 e K_p de 0,34.

Partindo desse contexto, variações na proporção de gordura e proteína no ganho obrigatoriamente alteram a eficiência de utilização da energia metabolizável, inviabilizando a utilização de eficiência estática ou de estimativa de K_g que baseie-se apenas na metabolizabilidade da dieta. Diante disso, ao invés de uma K_g fixa, alguns autores (Williams e Jenkins, 2003; Tedeschi et al., 2004) propuseram o uso de equação para cálculo de K_g variável em função da composição do ganho, sendo esta última definida como a percentagem de energia que é retida como proteína (%ERp).

Tanto Tedeschi et al. (2004), como Chizzotti et al. (2008), reportaram que a composição do ganho, referenciada pela %ERp, decresce exponencialmente com o aumento da concentração de energia no ganho.

A composição do ganho depende de uma série de fatores. Alterações mais pronunciadas ocorrem principalmente em animais que estejam em fase de crescimento (Fox e Black, 1984). O modelo de Chizzotti et al. (2008) foi desenvolvido com base de dados de 389 animais, entretanto, cerca de 95% desses dados são de animais em fase de terminação. Dessa forma, se faz necessária a validação desse modelo e, caso necessário, a atualização do mesmo utilizando animais em fase de crescimento e com dados em várias faixas de peso. Para isso, o desenvolvimento de experimentos de abate comparativo e escalonado com animais em fase de crescimento se faz necessário.

Apesar dos inúmeros avanços da pesquisa brasileira na área de nutrição de ruminantes nos últimos anos, o número de instituições de pesquisa que realizam experimentos de abate comparativo para avaliação de exigências nutricionais de bovinos ainda é pequeno. Isso ocorre, basicamente, em função dos altos custos que estes experimentos demandam, uma vez que existe a necessidade de análises químicas de todo o corpo do animal (Hedrick, 1983), o que requer a partição e análise separadas dos diversos tecidos e componentes corporais. Alternativa para a redução dos custos com este tipo de experimento é o desenvolvimento de equações para a estimação da composição química de componentes do corpo animal como couro, sangue, cabeça e pés, por exemplo. A composição química destes componentes é menos sujeita a efeitos da dieta, classe sexual ou idade do animal do que a carcaça e as vísceras (Hedrick, 1983). Dessa forma, o estudo da possibilidade do desenvolvimento de equações matemáticas para estimar a composição química de componentes não-carcaça pode contribuir para o avanço da pesquisa na área de exigências nutricionais de bovinos.

Paralelamente à falta de dados de exigências nutricionais com fêmeas jovens, tem-se o fato de que o abate de novilhas vem crescendo no Brasil nos últimos anos, correspondendo a 5,8% do total de animais abatidos em 2008 (IBGE, 2008), possivelmente em função do aumento da taxa de desfrute, resultado do desenvolvimento da pecuária nacional. Além disso, ressalta-se que fêmeas apresentam potencial para atingirem maturidade mais cedo, alcançando medidas de espessura de gordura subcutânea iguais às dos machos em pesos menores (Coutinho Filho et al., 2006).

Uma alternativa para a obtenção de carcaças de qualidade superior e carne com características diferenciadas é o modelo do “Novilho Superprecoce”, criado em confinamento, que visa intensificar a produção de carne bovina, reduzir a idade ao abate e aumentar a taxa de desfrute dos rebanhos, sendo visto também como oportunidade de expansão do mercado (Brondani et al., 2006).

De acordo com Paulino et al. (2006), para abate de animais com idade inferior a 18 meses, duas opções básicas são disponíveis para bezerros e bezerras de corte à desmama: esses podem ser recriados e terminados no sistema pasto-suplemento para serem terminados com idade entre 16 e 18 meses, ou serem colocados diretamente nos confinamentos para terminação com idade entre 11 e 15 meses.

O uso de diferentes condições sexuais, aliado à manipulação da dieta, representa ferramenta disponível ao pecuarista, de forma a obter associação que lhe traga maior

eficiência produtiva e econômica, dentro de sua realidade de produção (Paulino et al., 2008). Um dos grandes propósitos da pesquisa agropecuária é a busca por alternativas nutricionais e de manejo para as diferentes categorias da produção de bovinos de corte que possibilitem aumento do desfrute do rebanho e maior produção de carne, com o objetivo de aumentar o rendimento econômico do produtor e a qualidade da carne produzida.

Outro aspecto interessante a ser considerado é a possibilidade de novilhas de corte serem acasaladas pela primeira vez aos 14-15 meses de idade, uma vez que existe maior eficiência biológica nas fêmeas que parem pela primeira vez aos dois anos (Pötter et al., 1998; Rocha e Lobato, 2002), sendo que há também maior potencial de lucratividade, pois a vaca produziria mais quilogramas de bezerros durante sua vida. Para que seja atingido este objetivo, são necessários conhecimentos que permitam a otimização do manejo nutricional e melhorem o desempenho de fêmeas durante a fase de recria.

Diante do exposto, no presente trabalho objetivou-se:

- Avaliar o consumo, desempenho, digestibilidade, eficiência microbiana e características de carcaça de novilhas Nelore confinadas recebendo dois níveis de concentrado na dieta;
- Avaliar as exigências nutricionais de proteína, energia e macrominerais (Ca, Mg, P, Na e K) de fêmeas Nelore em crescimento;
- Verificar variações na retenção de energia na forma de proteína e gordura bem como avaliar as eficiências de deposição de proteína, energia e da utilização da energia metabolizável para manutenção e ganho de peso de fêmeas Nelore em crescimento; e
- Estudar a possibilidade do desenvolvimento de equações para estimação da composição química de componentes não-carcaça em bovinos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: CAB International, 1993. 159p.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirements of ruminants livestock**. London: CAB International, 1980. 351p.
- ANUALPEC. **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo: Angra FNP Pesquisas, 2009.

- BLAXTER, K.L.; CLAPPERTON, J.L.; WAINMAN, F.W. Utilization of the energy and protein of the same diets by cattle of different ages. **Journal of Agricultural Science**, v.67, n.1, p.67-75, 1966.
- BRONDANI, I.L.; SAMPAIO, A.A.M.; RESTLE, J. et al. Composição física da carcaça e aspectos qualitativos da carne de bovinos de diferentes raças alimentados com diferentes níveis de energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2034-2042, 2006.
- CHIZZOTTI, M.L.; TEDESCHI, L.O.; VALADARES FILHO, S.C. A meta-analysis of energy and protein requirements for maintenance and growth of Nellore cattle. **Journal of Animal Science**. v.86, n.7, p.1588-1597, 2008.
- CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; TEDESCHI, L.O. et al. Energy and protein requirements for growth and maintenance of F1 Nellore x Red Angus bulls, steers, and heifers. **Journal of Animal Science**, v.85, n.8, p.1971-1981, 2007.
- COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANAZATION – CSIRO. **Nutrient Requirements of Domesticated Ruminants**. CSIRO Publishing. Collingwood. 2007. 296p.
- COUTINHO FILHO, J.L.; PERES, R.M.; JUSTO, C.L. Produção de carne de bovinos contemporâneos, machos e fêmeas, terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2043-2049, 2006.
- FERRELL, C.L.; OLTJEN, J.W. ASAS CENTENNIAL PAPER: Net energy systems for beef cattle – concepts, applications, and future models. **Journal of Animal Science**, v.86, n.10, p.2779-2794, 2008.
- FOX, D.G.; BLACK, J.R. A system for predicting body composition and performance of growing cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, n.3, p.725-739, 1984.
- GARRETT, W.N. Factors Influencing Energetic Efficiency of Beef Production. **Journal of Animal Science**, v.51, p.1434-1440, 1980a.
- GEAY, Y. Energy and protein utilization in growing cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, n.3, p.766-778, 1984.
- GILL, M.; FRANCE, J.; SUMMERS, M. et al. Simulation of the energy costs associated with protein turnover and Na⁺, K⁺ transport in growing lambs. **Journal of Nutrition**, v.119, n.1, p.1287-1299, 1989.
- HEDRICK, H.B. Methods of estimating live animal and carcass composition. **Journal of Animal Science**, v.57, n.5, p.1316-1327, 1983.
- IGBE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. [2008]. **Pesquisas Trimestrais do Abate de Animais, do Leite, do Couro e da Produção de Ovos de Galinha, 2008**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1340&id_pagina=1>. Acesso em: 09/11/2009.

- INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE – INRA. **Alimentation des bovins, ovins et caprins**. In: JARRIGE, R. (ed); Quae, Paris, 2007. 330p.
- MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R. et al. Exigências nutricionais de proteína, energia e macrominerais de bovinos Nelore de três classes sexuais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1587-1596, 2009.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. National Academic Press. Washington, D.C., 2000. 248p.
- PAULINO, M.F.; ZAMPERLINI, B.; FIGUEIREDO, D.M. et al. Bovinocultura de Precisão em Pastagens. In: V SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE E I SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 4., 2006, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: SIMCORTE, 2006, p.361-412.
- PAULINO, P.V.R.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. et al. Desempenho produtivo de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais alimentados com dietas contendo dois níveis de oferta de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1079-1087, 2008.
- PAULINO, P.V.R., VALADARES FILHO, S.C., CHIZZOTTI, M.L. et al. Net partial efficiencies of metabolizable energy utilization for protein and fat gain in Nellore cattle. In: MARTY, I.O., MIRAUX, N., WILLIAMS, W.B. (Org.). **Energy and protein metabolism and nutrition**. 1.ed. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 124:601-602, 2007.
- PAULINO, P.V.R. **Desempenho, composição corporal e exigências nutricionais de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 167p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2006.
- PÖTTER, L.; LOBATO, J.F.P.; MIELITZ NETTO, C.G. Produtividade de um modelo de produção para novilhas de corte primíparas aos dois, três e quatro anos de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.3, p.613-615, 1998.
- ROCHA, M.G.; LOBATO, J.F.P. Avaliação do Desempenho Reprodutivo de Novilhas de Corte Primíparas aos Dois Anos de Idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1388-1395, 2002 (suplemento).
- SOUZA, E. J. O. ; VALADARES FILHO, S. C. ; GUIM, A. et al. Exigências Líquidas de Proteína e Energia de Fêmeas Nelore, F1 Nelore X Angus, e F1 Nelore Simental. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia – ZOOTECH 2009, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: Associação Brasileira de Zootecnistas, 2009. (CD-ROOM).
- STONAKER, H.H. Animal Breeding in the Tropics of Latin America. **Journal of Animal Science**, v.33, p.1-6, 1971.
- TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; GUIROY, P.J.; A decision support system to improve individual cattle management. 1. A mechanistic, dynamic model for animal growth. **Agricultural Systems**, v.79, p. 171-204, 2004.

- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos – BR CORTE**. 1 ed. Viçosa : UFV, Suprema Gráfica Ltda. 2006, 142p.
- VÉRAS, A.S.C.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção e ganho de peso e exigências de energia metabolizável e de nutrientes digestíveis totais de bovinos Nelore, não-castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.904-910, 2001.
- WILLIAMS, C.B.; JENKINS, T.G. A dynamic model of metabolizable energy utilization in growing and mature cattle. I. Model evaluation. **Journal Animal Science**. v.81, n.6, p.1390-1398, 2003.

CAPÍTULO 1

Consumo, desempenho, digestibilidade, eficiência microbiana e características de carcaça de fêmeas Nelore em crescimento

Resumo - Objetivou-se avaliar o consumo de matéria seca (CMS) e de nutrientes, ganho médio diário (GMD), eficiência alimentar (EA), digestibilidade das dietas, eficiência microbiana e rendimento de carcaça fria (RCF) e de cortes básicos (RCB) de novilhas Nelore jovens recebendo dois níveis de concentrado. Foram utilizadas 19 novilhas Nelore com peso médio inicial de $165,6 \pm 29,8$ kg. Três animais foram utilizados num ensaio para determinação das digestibilidades e eficiência microbiana dos dois níveis de concentrado da dieta (22,5 e 45%) e incluindo também um tratamento com consumo restrito em nível de manutenção. As 16 novilhas restantes foram confinadas por 168 dias para avaliação de consumo e desempenho, divididas em dois tratamentos, sendo 22,5 e 45% de concentrado na dieta. A cada 42 dias, 4 animais, sendo dois de cada tratamento, foram abatidos para determinação das características de carcaça, perfazendo um esquema fatorial 2×4 . As digestibilidades e a eficiência microbiana não foram afetadas ($P > 0,05$) pelo nível de concentrado na dieta e nem pelo nível de consumo, ad libitum ou restrito. Novilhas recebendo 45% de concentrado na dieta apresentaram maior GMD ($P < 0,05$) do que aquelas alimentadas com 22,5% de concentrado, sendo que o CMS e a EA não diferiram ($P > 0,05$) entre os dois tratamentos. O GMD (kg/dia), CMS (% do peso corporal/dia) e EA foram maiores ($P < 0,05$) no primeiro período de confinamento (0 a 42 dias) em relação aos demais (42 a 168 dias). Conclui-se que, novilhas Nelore alimentadas com 45% de concentrado têm melhor GMD do que aquelas alimentadas com 22,5% de concentrado e que, fêmeas Nelore abatidas jovens apresentam adequado RC e RCB e podem atingir ponto de abate (mínimo de 3 mm de gordura subcutânea) a partir de 274 kg de peso corporal, ou 10 @ de carcaça.

Palavras-chave: ganho de peso, maturidade, nível de concentrado, novilhas de corte, superprecoce, tempo de confinamento

Intake, performance, digestibility, microbial efficiency and carcass characteristics of growing Nellore heifers

Abstract – This trial was carried out aiming to evaluate the intake of dry matter (DMI) and diet nutrients, feed efficiency (FE), nutrients digestibility, microbial efficiency, cold carcass yield (CCY) and commercial cuts (PC) of Nellore heifers fed two levels of concentrate. Nineteen heifers with initial average weight of 165.6 ± 29.8 kg were used. Three animals were used to determine the digestibility and microbial efficiency of the two levels of concentrate diet (22.5 and 45%) and also including treatment with a restricted intake maintenance level. The remaining 16 heifers were confined for 168 d and fed at two levels of concentrate (22.5 and 45% DM basis) to evaluate animal performance and feed intake. Every 42 days, four animals, two from each level of concentrate, were slaughtered to determine carcass characteristics, making a factorial arrangement 2×4 . The digestibility and microbial efficiency were not affected ($P > 0.05$) by either concentrate level nor by the level of intake (ad libitum or restricted). Heifers fed 45% concentrate diet had greater ADG ($P < 0.05$) than those fed 22.5% concentrate. However, DMI and FE did not differ ($P > 0.05$) between concentrate levels. ADG (kg / day), DMI (% body weight/day) and FE were greater ($P < 0.05$) in the first period of feedlot (0-42 days) compared to the others (42 to 168 days). The data suggests that heifers fed 45% concentrate had greater ADG than those fed 22.5% concentrate. Feedlot Nellore heifers early slaughtered presents an appropriate CCY and BW and can reach a slaughter point (more than 3 mm subcutaneous fat) from 274 kg of body weight, or 10 % of carcass weight.

Keywords: baby beef, beef heifers, feedlot time, growth, level of concentrate, maturity

Introdução

Um dos grandes propósitos da pesquisa agropecuária é a busca por alternativas nutricionais e de manejo para as diferentes categorias da produção de bovinos de corte que possibilitem aumento do desfrute do rebanho e maior produção de carne, com o objetivo de aumentar o rendimento econômico do produtor e a qualidade da carne produzida.

Para abate de animais com idade inferior a 18 meses, duas opções básicas são disponíveis para bezerros e bezerras de corte à desmama; eles podem ser recriados e terminados no sistema pasto-suplemento para serem terminados com idade entre 16 e 18 meses ou serem colocados diretamente no confinamento para terminação com idade entre 11 e 15 meses (Paulino et al., 2006).

Uma alternativa para a obtenção de carcaças de qualidade superior e carne com características diferenciadas é o modelo do “Novilho Superprecoce”, criado em confinamento, que visa intensificar a produção de carne bovina, reduzir a idade ao abate e aumentar a taxa de desfrute dos rebanhos, sendo visto também como oportunidade de expansão do mercado (Brondani et al., 2006).

No ano de 2008, o abate de novilhas no Brasil correspondeu a 5,8% do total de animais abatidos (IBGE, 2008). Embora seja ainda número relativamente baixo, o uso de diferentes condições sexuais, aliado à manipulação da dieta, representa ferramenta disponível ao pecuarista, de forma a obter associação que lhe traga maior eficiência produtiva e econômica dentro de sua realidade de produção (Paulino et al., 2008). Além disso, vale ressaltar que fêmeas apresentam potencial para atingirem maturidade mais cedo, alcançando medidas de espessura de gordura subcutânea iguais ou maiores do que os machos, porém em pesos menores (Coutinho Filho et al., 2006).

Outro aspecto interessante a ser considerado é a possibilidade de novilhas de corte serem acasaladas pela primeira vez aos 14-15 meses de idade, uma vez que existe maior eficiência biológica nas fêmeas que parem pela primeira vez aos dois anos (Pötter et al., 1998; Rocha & Lobato, 2002), sendo que há também maior potencial de lucratividade, pois a vaca produziria mais quilogramas de bezerros durante sua vida. Para que seja atingido este objetivo, são necessários conhecimentos que permitam a otimização do manejo nutricional e melhorem o desempenho de fêmeas durante a fase de recria.

A magnitude da influência que o tempo de confinamento exerce sobre o desempenho dos animais depende, principalmente, do nível nutricional a que são submetidos antes e durante o confinamento, de forma que se faz necessário manejo alimentar que possibilite

integrar menores custos a melhores resultados produtivos, a fim de atender às exigências do mercado.

A partir disso, objetivou-se avaliar o consumo, ganho de peso, eficiência alimentar, digestibilidade, eficiência microbiana e rendimento de carcaça e de cortes básicos de novilhas Nelore criadas em confinamento.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado no Laboratório Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, sendo a parte de campo conduzida de agosto de 2008 a fevereiro de 2009. Foram utilizadas 19 bezerras Nelore, com idade média inicial de 10 meses e peso médio inicial de $165,6 \pm 29,8$ kg.

Foi realizado um experimento para avaliação das digestibilidades das dietas e eficiência microbiana, utilizando-se 3 bezerras (Experimento I) e um experimento para avaliação do desempenho, consumo, eficiência alimentar e rendimento de carcaça e de cortes, utilizando-se 16 animais (Experimento II).

Experimento I

O experimento para avaliação da digestibilidade das dietas e eficiência microbiana foi realizado em delineamento quadrado latino 3×3 , onde foram aleatoriamente selecionadas 3 das 19 novilhas iniciais (peso médio inicial de $160,0 \pm 42,6$ kg) para participar do ensaio.

Inicialmente, os animais foram pesados, identificados e tratados contra ecto e endoparasitas, sendo depois mantidos em regime de confinamento do tipo tie stall, em baias cobertas, com piso de concreto revestido de borracha, de 9 m² de área, e dotadas de comedouros individuais e bebedouros automáticos.

Como os animais deste experimento fizeram parte de um experimento para avaliação das exigências nutricionais, foi utilizado também neste ensaio tratamento em nível de manutenção. Dessa forma, os 3 tratamentos aplicados aos animais corresponderam a dois níveis de concentrado na dieta (22,5 e 45%, com base na matéria seca; Tabela 1) e um tratamento onde os animais foram alimentados a nível de manutenção, recebendo a dieta com o menor nível de concentrado e consumo restrito, com fornecimento diário correspondente a 1,1% do peso corporal (PC), com base na matéria seca (MS).

Foram avaliados para os animais deste experimento o consumo, digestibilidade aparente total e a produção de proteína microbiana.

O volumoso utilizado foi a silagem de milho e os concentrados foram formulados à base de milho moído, farelo de soja, farelo de trigo, uréia, sulfato de amônio, calcário, sal comum e mistura mineral. Os concentrados foram formulados para tornar as dietas isoprotéicas (13% de PB) e foram mantidas as mesmas proporções de milho e farelo de soja nos dois concentrados, variando-se a quantidade de uréia e sulfato de amônio, sendo utilizado farelo de trigo para completar a formulação. A composição química dos alimentos utilizados na elaboração das dietas é apresentada na Tabela 1, e as proporções dos ingredientes no concentrado e nas dietas e sua composição são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 1 - Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais

Itens ¹	Silagem de Milho	Milho Grão	Farelo de Soja	Farelo de Trigo	Uréia/SA ²	Calcário	Sal Comum	Mistura Mineral
MS	25,58	86,56	86,38	86,52	97,33	99,85	95,59	96,09
MO ³	94,25	98,66	93,77	94,11	-	-	0,12	-
PB ³	7,63	9,45	52,48	16,99	265,80	-	-	-
PIDN/PB ⁴	15,30	17,50	2,47	10,64	-	-	-	-
EE ³	2,77	3,39	2,37	4,96	-	-	-	-
FDN ³	56,20	12,14	12,09	45,24	-	-	-	-
FDN _{cp} ³	52,61	9,33	10,39	43,01	-	-	-	-
CNF ³	31,24	76,49	28,54	29,14	-	-	-	-
Ca ³	0,18	0,05	0,40	0,22	-	37,54	0,11	30,03
P ³	0,30	0,19	0,53	2,82	-	0,01	-	18,90
Mg ³	0,12	0,10	0,33	0,47	-	1,16	0,03	0,86
Na ³	0,08	0,09	0,13	0,16	-	-	37,39	0,23
K ³	1,21	0,38	2,78	1,51	-	-	-	0,31

¹MS = matéria seca, MO = matéria orgânica, PB = proteína bruta, PIDA/PB = proteína insolúvel em detergente neutro por unidade de proteína bruta, EE = extrato etéreo, FDN = fibra em detergente neutro, FDN_{cp} = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, CNF = carboidratos não fibrosos, Ca = cálcio, P = fósforo, Mg = magnésio, Na = sódio e K = potássio;

²Mistura de Uréia + Sulfato de Amônio na proporção 9:1, com uréia contendo 47,25% de nitrogênio;

³% na MS;

⁴% da PB.

Cada um dos três períodos experimentais teve duração de 35 dias, sendo que ao final da quinta semana de cada período foi realizada coleta total de fezes e urina por três dias consecutivos. O tempo de 35 dias para cada período foi adotado para que os animais deste experimento pudessem acompanhar o crescimento dos animais do Experimento 2, de forma que o ensaio de digestibilidade pudesse ter uma duração próxima ao Experimento 2. Na semana da coleta de fezes, também foi realizada amostragem dos alimentos fornecidos e das sobras dos animais por 5 dias.

Tabela 2 – Proporção dos ingredientes nos concentrados e nas dietas e composição dos concentrados e dietas obtidas na base da matéria seca

Ingredientes ¹	22,5%		45%	
	Concentrado	Dieta	Concentrado	Dieta
Proporção				
Silagem de Milho	-	76,46	-	53,96
Milho Grão	64,30	15,14	64,30	29,61
Farelo de Soja	24,00	5,65	24,00	11,05
Farelo de Trigo	-	-	8,00	3,68
Uréia	5,13	1,21	0,45	0,21
Sulfato de Amônio	0,57	0,13	0,05	0,02
Calcário	2,00	0,47	1,20	0,55
Sal Comum	2,00	0,47	1,00	0,46
Mistura Mineral	2,00	0,47	1,00	0,46
Composição Nutricional				
MS	87,89	40,23	86,92	53,82
MO	91,67	93,65	94,26	94,26
PB	33,82	13,80	21,36	13,95
PIDN/PB	4,06	12,66	7,11	11,53
EE	2,75	2,76	3,14	2,94
FDN	10,71	45,49	14,33	36,92
FDN _{cp}	8,50	42,22	11,94	33,88
CNF	56,03	37,08	58,36	43,73
Ca	1,48	0,49	0,90	0,51
P	0,63	0,38	0,66	0,47
Mg	0,18	0,14	0,20	0,16
Na	0,84	0,26	0,48	0,27
K	0,92	1,14	1,03	1,13

¹MS = matéria seca, MO = matéria orgânica, PB = proteína bruta, PIDA/PB = proteína insolúvel em detergente neutro por unidade de proteína bruta, EE = extrato etéreo, FDN = fibra em detergente neutro, FDN_{cp} = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, CNF = carboidratos não fibrosos, Ca = cálcio, P = fósforo, Mg = magnésio, Na = sódio e K = potássio.

²Valores determinados a partir de ensaio de digestibilidade.

Os alimentos foram fornecidos duas vezes ao dia e ajustados de forma a manter as sobras em torno de 5 a 10% do fornecido para os animais em consumo ad libitum, com água permanentemente à disposição dos animais. Em cada período, durante a adaptação às dietas, o animal do tratamento em nível de manutenção só teve a alimentação restrita nas duas últimas semanas do período, para que em função dos longos períodos de adaptação não tivesse seu crescimento prejudicado e pudesse acompanhar o crescimento dos demais.

A silagem de milho e as sobras de cada animal foram amostradas diariamente, sendo as sobras amostradas em torno de 10% do total, e posteriormente acondicionadas em freezer (-15°C). No final do período de coletas, as amostras foram submetidas à secagem em estufa com ventilação forçada (60°C) e moídas em moinho de facas com peneira de malha de 1 mm. Posteriormente foi avaliada a matéria seca total dessas amostras por intermédio de secagem em estufa (105°C/16 horas).

Os ingredientes que compuseram os concentrados foram amostrados diretamente dos silos da fábrica de ração nos dias das misturas dos mesmos. Em função do longo tempo de duração do experimento, amostras de milho e farelo de soja foram analisadas cada vez que foi misturada uma nova quantidade de ração. Para os demais ingredientes foi construída uma amostra composta de todo período experimental.

As amostras compostas de sobras, silagem de milho, fezes e ingredientes dos concentrados foram quantificadas quanto aos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), nitrogênio total e extrato etéreo (EE), de acordo com recomendações de Silva & Queiroz (2002), sendo a proteína bruta (PB) obtida pelo produto entre o nitrogênio total e o fator 6,25. O teor de fibra em detergente neutro (FDN) foi obtido de acordo com Van Soest et al. (1991), sendo acrescentado sulfito de sódio (Undersander et al., 1993) para as análises de farelo de soja, em virtude da gelatinização do conteúdo protéico. Utilizou-se o sistema Ankom[®] para as avaliações de FDN, com adição de α -amilase estável ao calor e modificação do saquinho utilizado (5,0 x 5,0 cm, porosidade de 100 μ m), que foi confeccionado utilizando-se tecido TNT (100 g/m²). Em todas as amostras, o teor de FDN foi corrigido para cinzas e proteína (FDN_{cp}).

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

As fezes coletadas foram pesadas, homogeneizadas e amostradas a cada 24 horas. Posteriormente, foram secas em estufa com ventilação forçada (60°C), sendo então moídas em moinho de facas (1 mm). Com base na quantidade de matéria fecal seca ao ar de cada animal em cada dia foi construída amostra composta de fezes por animal correspondente aos 3 dias de coletas.

A produção de proteína microbiana, bem como sua eficiência, expressa em g de proteína microbiana por kg de NDT consumido, foi estimada a partir da técnica dos derivados de purina na urina (Chen & Gomes, 1992).

Para as coletas de urina utilizaram-se cateteres de Folley nº 22, duas vias, com balão de 30 mL, inseridos diretamente na bexiga das novilhas. Na extremidade livre do cateter foi conectada mangueira de polietileno que conduzia a urina até galões plásticos com tampa, contendo 200 mL de H₂SO₄ (20%) objetivando manter o pH final da urina abaixo de 3. Ao final de cada 24 horas foram avaliados o peso e o volume total da urina excretada, sendo posteriormente a urina homogeneizada para a obtenção de amostras de 10 mL, que foram diluídas com 40 mL de H₂SO₄ 0,036 N visando evitar a destruição bacteriana dos derivados

de purina urinários e precipitação do ácido úrico. Uma amostra composta de urina dos três dias de coleta foi obtida sem diluição para avaliação da uréia e creatinina. Todas as amostras foram armazenadas a -15°C para posteriores análises laboratoriais.

As análises de alantoína na urina foram feitas por método colorimétrico, conforme técnica de Fujihara et al. (1987), descrita por Chen & Gomes (1992). Para a quantificação de ácido úrico na urina foi utilizado o sistema enzimático por reação de ponto final, seguindo o princípio uricase – reação de Trinder, utilizando-se kits comerciais da marca Labtest Diagnóstica S.A. (ref.: 73). Ambas as análises de urina foram efetuadas nas amostras diluídas.

A excreção dos derivados de purinas na urina foi calculada pela soma das excreções de alantoína e de ácido úrico na urina, que foram obtidas pelo produto entre a concentração das mesmas na urina pelo volume urinário diário.

As purinas absorvidas foram calculadas a partir da excreção de derivados de purina por intermédio da seguinte equação (Barbosa, 2009):

$$Y = \frac{X - 0,301 \times PC^{0,75}}{0,8} \quad \text{Eq. [1]}$$

em que Y = purinas excretadas (mmol/dia), X = excreção de derivados de purina (mmol/dia), 0,8 = recuperação de purinas absorvidas (modificado do trabalho de Barbosa (2009), cujo valor de 0,74 do trabalho original foi multiplicado pelo valor de absorção verdadeira de purinas no intestino delgado, de 0,9278, para obtenção do valor real da recuperação de purinas absorvidas) e $0,301 \times PC^{0,75}$ = excreção de purinas de origem endógena por kg de peso metabólico por dia.

A síntese ruminal de compostos nitrogenados foi calculada em função das purinas absorvidas, utilizando-se a seguinte equação (Barbosa, 2009):

$$Y = \frac{70 \times X}{0,93 \times 0,1369 \times 1000} \quad \text{Eq. [2]}$$

em que Y = síntese ruminal de compostos nitrogenados (g N/dia), X = purinas absorvidas (mmol/dia), 70 = conteúdo de N de purinas (mgN/mol), 0,93 = digestibilidade das purinas e 0,1369 = relação N purina : N total nas bactérias.

Através da multiplicação da síntese ruminal de compostos nitrogenados pelo fator 6,25 obteve-se a síntese de proteína microbiana.

Foram realizadas comparações por meio de contrastes ortogonais, sendo um contraste realizado para verificar possíveis diferenças para as características avaliadas entre os níveis de 22,5 e 45% de concentrado na dieta, e outro entre os tratamentos ad libitum e o consumo

restrito ao nível de manutenção. A análise estatística foi realizada utilizando-se o PROC GLM do SAS, adotando-se 5% como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I.

Experimento II

Foram utilizadas 16 bezerras Nelore com peso médio inicial de $169,4 \pm 28,5$ kg. Inicialmente os animais foram pesados, identificados e tratados contra ecto e endoparasitas, sendo posteriormente alojados em baias individuais com piso de concreto, providas de comedouro e bebedouro de concreto, com área total de 30 m², com 8 m² de área coberta. Todos os animais passaram por período pré-experimental de 21 dias para adaptação às condições experimentais, no qual receberam a mesma dieta, com composição química intermediária entre as dietas utilizadas no experimento (35% de concentrado).

As 16 bezerras foram aleatoriamente divididas em dois grupos, sendo 8 alimentadas com uma dieta contendo 22,5% de concentrado com base na matéria seca e 8 alimentadas com 45% de concentrado com base na MS, sendo as mesmas dietas do Experimento I, apresentadas na Tabela 2.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2×4 , sendo 2 níveis de concentrado e 4 tempos de confinamento. A duração total do experimento foi de 168 dias, divididos em quatro períodos de 42 dias. Ao final de cada período de 42 dias os animais foram pesados e 4 animais, dois de cada nível de concentrado, aleatoriamente escolhidos, foram abatidos para avaliação das características de carcaça. Dessa forma, dos 16 animais, 4 foram abatidos aos 42 dias, 4 aos 84 dias, 4 aos 126 dias e 4 aos 168 dias.

Os alimentos foram fornecidos duas vezes ao dia e o fornecimento foi ajustado de forma a manter as sobras em torno de 5 a 10% do fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais. As quantidades de silagem de milho e concentrado fornecidas, bem como as sobras, foram registradas diariamente. A silagem de milho e as sobras de cada animal foram amostradas diariamente, sendo as sobras amostradas em torno de 10% do total, e posteriormente acondicionadas em freezer a -15°C. Semanalmente, uma amostra composta de silagem de milho e amostras compostas das sobras de cada animal foram submetidas à secagem em estufa com ventilação forçada (60°C) e moídas em moinho de facas (1 mm). Posteriormente foi avaliada a matéria seca total dessas amostras por meio da secagem em estufa a 105°C por 16 horas. Com base na quantidade de matéria seca de sobras de cada

animal, ou da quantidade de matéria seca de silagem fornecida, foram realizadas amostras compostas de 3 semanas para a silagem de milho e de 6 semanas para as sobras.

A avaliação dos teores de MS, EE, PB, FDN_{cp} e CNF das amostras dos alimentos fornecidos e das sobras seguiram os mesmos procedimentos descritos para o Experimento I.

O consumo de NDT foi calculado a partir dos coeficientes de digestibilidade das dietas, obtidos no Experimento I.

Antes dos abates, os animais foram submetidos a jejum de sólidos de 16 horas. O abate foi realizado via insensibilização e secção da jugular para sangramento total, seguido de lavagem do aparelho gastrointestinal (rúmen, retículo, omaso, abomaso e intestinos delgado e grosso). Os pesos do coração, pulmões, fígado, baço, rins, língua, gordura interna, carne industrial, mesentério, cauda e aparas, juntamente com os do trato gastrointestinal lavado, foram somados aos das demais partes do corpo (carcaça, cabeça, couro, pés e sangue) para quantificação do peso de corpo vazio (PCVZ).

As carcaças de todos os animais foram divididas e as meias-carcaças foram pesadas e resfriadas em câmara fria (4°C) por aproximadamente 24 horas. Depois de resfriadas, foram novamente pesadas para avaliação do rendimento de carcaça fria, sendo também mensurada a espessura de gordura subcutânea na altura da 12ª costela. A meia-carcaça direita de cada animal foi separada, entre a quinta e a sexta costelas, em traseiro (coxão e alcatra completa) e dianteiro (acém, paleta e ponta-de-agulha). Os cortes comerciais foram pesados e avaliados de forma relativa (em relação ao peso da carcaça).

Para as avaliações de rendimento de carcaça fria, rendimento de cortes básicos e espessura de gordura subcutânea foi utilizado o PROC GLM do SAS, sendo as comparações entre os níveis de concentrado e a interação entre os níveis de concentrado e o tempo de confinamento realizadas por meio de análise de variância. Os tempos de confinamento foram avaliados por meio de contrastes ortogonais para verificar efeito linear, quadrático ou cúbico. Como houve alta variabilidade de peso entre os animais abatidos ao final de cada período, dentro de cada tratamento, foram também testadas equações de regressão múltipla das variáveis analisadas em função do peso do animal ao abate e do nível de concentrado. Adotou-se um nível crítico de probabilidade de 5% para o erro tipo I em todos os testes realizados.

Devido ao abate de 4 animais, 2 de cada tratamento, a cada 42 dias, os períodos passaram a ter um número desigual de repetições, o que permitiria apenas a comparação dos níveis de concentrado dentro de cada período, não permitindo a comparação entre períodos de forma tradicional. Em função disso, os dados de consumo e desempenho durante os

períodos foram considerados medidas repetidas no tempo, sendo os dados avaliados na metodologia de modelos mistos utilizando-se o PROC MIXED do SAS, onde o animal foi considerado como efeito aleatório e o tratamento e período como efeitos fixos. Este procedimento permitiu medir a variabilidade existente dentro dos períodos e entre os períodos, mesmo com número desigual de repetições.

O método de estimação dos componentes de variâncias utilizado foi o REML (método da máxima verossimilhança restrita, ou residual). Foram testadas como matrizes de variâncias e covariâncias para os efeitos aleatórios os seguintes tipos de matrizes: simétrica composta (variância homogênea e covariância nula), simétrica composta heterogênea (variância heterogênea e covariância nula), não estruturada (variância e covariância heterogêneas) e autoregressiva (variância e covariância homogêneas). Foi adotada, para cada variável analisada, a matriz que apresentou o menor valor para o Critério de Informação Akaike (AIC) (Akaike, 1974).

As comparações entre os tratamentos foram feitas por meio da análise de variância. Já as comparações entre períodos foram feitas utilizando-se o teste de Tukey-Kramer, sendo adotado nível crítico de probabilidade de 5% para o erro tipo I em todos os testes realizados.

Resultados e Discussão

Consumo, Digestibilidade e Eficiência Microbiana

Foram observadas diferenças ($P < 0,05$), entre o consumo dos animais em consumo ad libitum e em manutenção para os animais do Experimento I, não importando a forma em que foi expresso (Tabela 3). Embora não fossem observadas diferenças ($P > 0,05$) de consumo de MS entre os níveis de concentrado, observou-se que novilhas alimentadas com 45% de concentrado na dieta consumiram mais PB, EE e CNF, em kg/dia, do que as alimentadas com 22,5% de concentrado (Tabela 3). As diferenças encontradas para o EE e o CNF explicam-se pelo maior conteúdo desses constituintes na dieta contendo 45% de concentrado (Tabela 2). Em relação à diferença observada para a PB, supõe-se que tenha ocorrido em função do maior consumo de MS dos animais do tratamento com 45% de concentrado, embora sem efeito significativo ($P > 0,08$), uma vez que as dietas fornecidas foram isoprotéicas. Entretanto, quando o consumo foi expresso em % do peso corporal, nenhuma diferença ($P > 0,05$) de consumo entre os níveis de concentrado foi observada.

Tabela 3 – Médias obtidas para os consumos e coeficientes de digestibilidade aparente em fêmeas Nelore alimentadas ao nível de manutenção ou recebendo 22,5 ou 45% de concentrado com base na matéria seca, com os valores P para os contrastes comparados e seus respectivos coeficientes de variação (CV) no Experimento I

Itens ¹	Tratamentos			Valor P ²		CV (%)
	Mantença	22,5%	45%	NC	Restrição	
Consumo (kg/dia)						
MS	3,17	5,17	6,04	0,082	0,009	6,8
PB	0,42	0,71	0,83	0,043	0,004	4,6
EE	0,09	0,16	0,19	0,035	0,005	5,9
FDN _{cp}	1,38	2,20	2,14	0,783	0,043	12,5
CNF	1,15	1,90	2,56	0,012	0,003	4,7
NDT	2,25	3,65	4,31	0,126	0,016	9,2
Consumo (g/kg de peso corporal/dia)						
MS	13,0	22,1	25,6	0,159	0,015	9,5
FDN _{cp}	5,6	9,3	9,1	0,607	0,012	7,0
NDT	9,3	15,6	18,3	0,091	0,009	7,4
Digestibilidade (%)						
MS	69,24	67,50	70,54	0,189	0,884	2,8
PB	70,94	71,62	71,51	0,943	0,662	2,4
EE	90,82	93,93	87,10	0,065	0,867	2,5
FDN _{cp}	61,78	54,17	55,32	0,651	0,065	4,7
CNF	81,03	85,18	85,21	0,990	0,124	2,7

¹MS = matéria seca, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, FDN_{cp} = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína e CNF = carboidratos não fibrosos, NDT = nutrientes digestíveis totais.

²NC = 22,5% × 45%; Restrição = Manutença × Ad libitum (22,5 e 45% de concentrado).

Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) nos coeficientes de digestibilidade da matéria seca e dos demais nutrientes entre os tratamentos (Tabela 3).

São observados na literatura resultados contraditórios para valores de digestibilidade em diferentes níveis de concentrado e em consumo restrito, sendo muitas vezes influenciada diretamente pela qualidade do volumoso utilizado. Paulino et al. (2008) encontraram aumento na digestibilidade aparente das dietas de animais que receberam 1,2% do PC em concentrado em relação àqueles que receberam 0,6%. Entretanto, estes autores não observaram diferenças ($P>0,05$) nos coeficientes de digestibilidade aparente dos componentes da dieta, demonstrando que a digestibilidade de uma dieta como um todo é o saldo dos efeitos interativos e associativos de todos os componentes da dieta e não do efeito isolado de determinado constituinte.

As médias das excreções de alantoína, ácido úrico, excreção de derivados de purina em mmol/dia, produção de proteína bruta microbiana e eficiência microbiana, expressa em g de proteína microbiana (Pmic) por kg de NDT consumido, estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Médias obtidas para volume urinário e excreções de alantoína, de ácido úrico e de derivados de purina; produção de proteína bruta microbiana e eficiência microbiana em fêmeas Nelore alimentadas ano nível de manutenção ou recebendo 22,5 ou 45% de concentrado com base na matéria seca, com seu respectivo valor P para os contrastes testados e coeficiente de variação (CV), no Experimento I

Itens	Tratamentos			Valor P ¹		CV (%)
	Mantença	22,5%	45%	NC	Restrição	
Volume (L/dia)	5,14	3,52	6,04	0,338	0,854	50,5
Alantoína (mmol/L)	16,71	21,63	21,76	0,969	0,177	17,2
Ácido Úrico (mmol/L)	0,54	2,34	1,49	0,066	0,020	19,4
Excreção de Derivados de Purina (mmol/dia)	83,10	114,28	129,68	0,117	0,016	6,5
Produção de PB Microbiana (g/dia)	277,97	420,67	516,00	0,153	0,017	8,1
Eficiência Microbiana (g Pmic/kg NDT)	121,96	117,91	110,47	0,290	0,227	31,8

¹NC = 22,5% × 45%; Restrição = Manutença × Ad libitum (22,5 e 45% de concentrado).

Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) para nenhuma das características avaliadas pela urina quando comparadas entre os níveis de concentrado. Contudo, quando comparados os dois níveis de consumo, observou-se que os animais alimentados ad libitum apresentaram maior ($P<0,05$) excreção de ácido úrico (mmol/L), excreção de derivados de purina (mmol/dia) e produção de PB microbiana do que animais alimentados em nível de manutenção. Isto se deve ao maior aporte de nutrientes fornecido pela dieta dos animais ad libitum em relação aos mantidos em regime de manutenção, fazendo com que a produção de proteína microbiana pudesse ser aumentada, com conseqüente maior excreção de derivados de purina na urina.

Provavelmente a não observância de diferenças ($P>0,05$) na produção microbiana de animais recebendo 22,5 e 45% de concentrado tenha ocorrido em função de que o consumo de PB e NDT também não diferiu ($P>0,05$) entre esses tratamentos (Tabela 5). Hoover & Sokes (1991) verificaram que a produção de proteína microbiana é diretamente proporcional à ingestão de proteína degradada no rúmen. Como os alimentos utilizados nas duas dietas foram os mesmos, variando apenas as quantidades, mesmo com maior nível de uréia na dieta contendo 22,5% de concentrado (Tabela 2), provavelmente não tenham havido diferenças significativas no aporte de proteína degradável no rúmen fornecido pelas duas dietas.

A manipulação das proporções de volumoso e concentrado da dieta tem sido apontada como forma de maximizar a eficiência de síntese microbiana (Clark et al., 1992). Estes mesmos autores sugeriram também que a disponibilidade energética possa ser limitante para o crescimento microbiano, de forma a aumentar a quantidade de matéria orgânica a ser fermentada, e conseqüentemente a síntese protéica. Entretanto, da mesma forma que para o consumo de PB, não foram observadas diferenças no consumo de NDT (Tabela 5) entre os níveis de concentrado utilizados, contribuindo este fato para explicar a não diferença ($P>0,05$) na produção de PB microbiana e eficiência de síntese microbiana entre os níveis de concentrado.

O valor médio de eficiência microbiana deste estudo (116,78 g de Pmic/kg de NDT) é próximo ao estimado pelo BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2006), de 120 g de Pmic/kg de NDT.

Consumo e Desempenho

Não foi observada interação ($P>0,05$) entre o nível de concentrado e o período de confinamento para nenhuma das características de consumo e desempenho avaliadas (Tabela 5) através do Experimento II. Os períodos de confinamento foram comparados como características qualitativas em função de representarem as médias ocorridas dentro do período e não um efeito caracteristicamente contínuo.

O nível de concentrado não influenciou ($P>0,05$) no CMS (Tabela 5). Os resultados de CMS em relação aos níveis de concentrado na dieta são variáveis, dependendo da raça e da dieta fornecida, entre outros fatores (Silva et al., 2002).

Quando apresentado em kg/dia, o CMS foi maior ($P<0,05$) no último período em relação ao primeiro (Tabela 5), o que se explica pelo maior peso dos animais no período de 126 a 168 dias em relação ao período de 0 a 42 dias. Entretanto, quando apresentado em função do PC, há uma inversão nos valores de CMS, de forma que este se apresentou maior ($P<0,05$) no primeiro período em relação aos demais, seguindo a mesma tendência do GMD.

A redução do CMS por unidade de peso com o aumento do tamanho do animal pode ser explicado pela redução das exigências de manutenção do animal, que ocorre devido a redução da proporção de órgãos que consomem muita energia, como por exemplo fígado e trato gastrintestinal (Seal & Reynolds, 1993), em relação ao corpo do animal, quando do aumento do tamanho do animal. Outro fato que pode ter contribuído para tal diminuição do

consumo é o aumento da produção do hormônio leptina por animais que passam a depositar maior quantidade de tecido adiposo (Houseknecht et al., 1998).

Tabela 5 – Consumo de matéria seca, consumo de proteína bruta, consumo de FDN_{cp} , consumo de NDT, desempenho e eficiência alimentar de fêmeas Nelore em crescimento, sob dois níveis de concentrado em quatro períodos de confinamento, no Experimento II

Itens	Nível de concentrado		Período de Confinamento (dias) ¹				Valor P ²		
	22,5%	45%	0-42	42-84	84-126	126-168	N	P	N×P
Consumo (kg/dia)									
MS	4,96±0,32	5,56±0,32	4,94±0,22 b	5,10±0,23 ab	5,32±0,24 ab	5,67±0,28 a	0,203	0,036	0,515
PB	0,75±0,05	0,82±0,05	0,75±0,03	0,77±0,03	0,79±0,04	0,82±0,04	0,298	0,058	0,877
FDN_{cp}	2,24±0,13	1,99±0,13	1,91±0,09 d	2,03±0,10 c	2,18±0,10 b	2,33±0,10 a	0,203	<0,001	0,573
NDT	3,71±0,24	4,16±0,24	3,68±0,17 c	3,86±0,17 b	3,99±0,18 ab	4,21±0,19 a	0,197	0,002	0,502
Consumo (% do peso corporal)									
MS	2,15±0,07	2,30±0,07	2,59±0,05 a	2,23±0,06 b	2,07±0,06 b	1,99±0,09 b	0,130	<0,001	0,701
FDN_{cp}	0,96±0,03	0,81±0,03	1,00±0,02 a	0,89±0,02 b	0,84±0,02 c	0,81±0,03 c	0,002	<0,001	0,779
NDT	1,59±0,05	1,72±0,05	1,93±0,04 a	1,69±0,04 b	1,54±0,04 c	1,45±0,06 c	0,101	<0,001	0,662
Desempenho (kg/dia)									
GMD	0,74±0,05	0,90±0,05	1,01±0,04 a	0,79±0,05 b	0,69±0,06 b	0,81±0,08 b	0,046	<0,001	0,907
EA ³	0,15±0,01	0,17±0,01	0,20±0,01 a	0,16±0,01 b	0,13±0,01 c	0,14±0,01 bc	0,234	<0,001	0,800

¹Médias na linha, seguidas por letras diferentes, são diferentes pelo teste de Tukey-Kramer (P<0,05).

²N = nível de concentrado e P = período de mensuração.

³EA = GMD/CMS.

Não foram observadas diferenças (P>0,05) no CPB entre os níveis de concentrado e os períodos de confinamento. A não significância entre os níveis de concentrado ocorreu em função de não haverem diferenças no CMS e de que as dietas utilizadas foram isoprotéicas (Tabela 2). Variações no comportamento dos valores de CNDT e CPB de forma diferente das variações do CMS devem ter ocorrido em função da seletividade dos animais à dieta no cocho.

Seguindo a mesma tendência do CMS, o CNDT também não diferiu (P>0,05) entre os níveis de concentrado, independente da forma de expressão, e diferiu (P<0,05) entre os períodos de confinamento, com inversão quando apresentado em kg/dia ou %PC. Isto se deve ao fato de que o CMS não foi diferente (P>0,05) entre os níveis de concentrado e de que os teores de NDT das dietas utilizadas foram semelhantes (Tabela 2). A diminuição do CNDT em %PC do primeiro para o segundo, e do segundo para o terceiro período de confinamento pode ser considerada reflexo da diminuição do CMS e da uniformidade das dietas ao longo de todo o período de avaliação. O fato de o CMS não ter diferido (P>0,05)

do período de 42 a 84 dias para o período de 84 a 126 dias e o CNDT ter diferido ($P < 0,05$) parece também ser resultado da seletividade dos animais à dieta no cocho.

O $CFDN_{cp}$ não diferiu ($P > 0,05$) entre os níveis de concentrado quando apresentado em kg/dia, mas diferiu ($P < 0,05$) entre os mesmos quando apresentado em %PC. Essa diferença pode não ter sido evidenciada quando apresentada como valor bruto em função de que os animais do nível de 45% de concentrado ganharam mais peso e ficaram maiores do que os animais do tratamento com 22,5% de concentrado com o passar do tempo, fazendo com que apresentassem também CMS numericamente maior, o que pode ter levado a um maior consumo de FDN_{cp} e aproximado o consumo de FDN_{cp} entre os dois tratamentos. Quando comparado em função do PC, a diferença ($P < 0,05$) encontrada se explica pelo fato de que as dietas apresentavam conteúdos de FDN_{cp} diferentes.

É importante notar que, embora fosse observada diferença ($P < 0,05$) no consumo de FDN_{cp} expresso em % do peso corporal nos animais deste experimento (Tabela 5) para os dois níveis de concentrado testados, essa mesma diferença não foi observada ($P > 0,05$) no experimento de digestibilidade, descrito anteriormente, mostrando que podem haver resultados diferentes entre dois experimentos conduzidos para o mesmo fim, com animais contemporâneos, embora com delineamento e arranjos diferentes.

Conforme sugerido por Mertens (1987), nos casos em que o consumo é limitado por obstáculos físicos, o consumo de FDN mantém-se próximo ao valor de 1,2% do PC do animal, o que parece não ter sido o caso deste experimento, visto que a média obtida para o consumo de FDN foi de 0,89% do PC. Entretanto, a estimativa de Mertens (1987) foi desenvolvida com vacas em lactação criadas em condições de clima temperado e consumindo forragens de clima temperado, que apresentam características bastante diferente das encontradas em regiões de clima tropical, como é o caso deste experimento.

Detmann et al. (2003) trabalharam com um banco de dados composto por 45 trabalhos científicos e 181 médias de tratamentos para bovinos confinados em condições tropicais e avaliaram o consumo de FDN nessas condições, encontrando consumo máximo de FDN de 1,19% do PC, similar ao proposto por Mertens (1987), de 1,2% do PC. Entretanto, diferentemente de Mertens (1987), Detmann et al. (2003) observaram comportamento inconstante do consumo de FDN durante a fase de controle físico, sugerindo que a transição para a fase de controle metabólico possa ser representada por um intervalo, e não especificamente por um ponto de inversão de mecanismos regulatórios.

Com base nas informações encontradas na literatura, denota-se que o consumo dos animais deste experimento parece não ter sido controlado por mecanismos de enchimento,

sendo regulado, portanto, pelo potencial genético do animal. Este, de acordo com Allen (2000), procura manter um status de suprimento energético de forma contínua, direcionando seu consumo de forma a atender homeostaticamente e homeorreticamente o modelo de crescimento esquelético, muscular e dos demais tecidos metabolicamente ativos do seu corpo.

As diferenças ($P < 0,05$) encontradas no $CFDN_{cp}$ expressas em % do PC ao longo dos períodos (Tabela 5) seguem a mesma tendência das diferenças encontradas no CMS, sendo maior no primeiro período em relação ao segundo e no segundo em relação ao terceiro e ao quarto.

Apesar de não terem sido observadas diferenças ($P > 0,05$) no consumo de NDT, de PB e na eficiência alimentar entre os níveis de concentrado (Tabela 5), novilhas Nelore alimentadas com 45% de concentrado tiveram maior ($P < 0,05$) ganho médio diário (GMD) do que as alimentadas com 22,5% de concentrado (Tabela 5). Em função de que, biologicamente o GMD pode ser função destas e também de outras variáveis, o aumento do mesmo pode não ter ocorrido de forma proporcional ao aumento do consumo de NDT e da EA, de forma a não serem verificadas diferenças nestas variáveis, ao contrário do que foi verificado no GMD. Ressalta-se também que o NDT é media apenas do trato gastrointestinal, de forma que com o aumento do nível de concentrado ocorrem modificações nos metabólitos absorvidos que influenciarão a fisiologia do animal, desencadeando uma série de reações fisiológicas que podem ter favorecido o GMD de animais que receberam maior nível de concentrado.

As variações verificadas entre os períodos de confinamento mostram que o GMD foi maior ($P < 0,05$) no período de 0 a 42 dias, em comparação aos demais. Drouillard & Kuhl (1999) sugeriram que, dependendo do manejo alimentar prévio, geralmente constituído por pastagens, há maior desempenho dos animais nos primeiros períodos de confinamento, como resultado de ganho compensatório. Os animais deste experimento passaram por um período de adaptação de 21 dias, entretanto, pode ter havido efeito de ganho compensatório mesmo após este período.

Outro fato que pode ter contribuído para um maior GMD no primeiro período é o fato de que bovinos mais jovens são mais eficientes biologicamente, sendo por exemplo, animais de 11,6 meses, 7% mais eficientes biologicamente do que animais com 16,5 meses, em função das diferenças na deposição de tecidos (Williams et al., 1995). Percebe-se também que mesmo o consumo sendo maior, a eficiência alimentar também foi maior nos primeiros períodos em relação aos demais (Tabela 5).

A não significância ($P>0,05$) para a EA entre os níveis de concentrado pode ter sido resultado da alta digestibilidade das dietas (Tabela 3). Por outro lado, a maior EA ($P<0,05$) encontrada para o período de 0 a 42 dias em relação aos demais, e do período de 42 a 84 dias em relação ao período de 84 a 126 dias parece ser fruto do tamanho e idade dos animais. Com o aumento do peso os animais passam a depositar maior quantidade de tecido adiposo em detrimento à taxa de deposição de proteína (Fox & Black, 1984; Williams et al., 1995), e embora a deposição de gordura seja energeticamente mais eficiente do que a de proteína (Geay, 1984; Chizzotti et al., 2008), a mesma requer maior quantidade de energia consumida por kg de tecido depositado em comparação ao tecido magro em função da maior densidade energética de 1 kg de tecido adiposo em comparação a 1 kg de tecido magro.

Características de Carcaça

As características de carcaça dos animais deste experimento em função do nível de concentrado ou do tempo de confinamento são apresentadas na Tabela 6. Nesse caso, o tempo de confinamento constituiu um fator quantitativo, diferentemente do fator período de confinamento apresentado na Tabela 5, uma vez que os dados referentes às características de carcaça foram oriundos de abates realizados exatamente nos tempos apresentados.

Tabela 6 - Rendimento de cortes básicos, rendimento de cortes agrupados, rendimento de carcaça fria (RCF) e espessura de gordura subcutânea (EGS) de novilhas Nelore jovens, submetidas a dois níveis de concentrado e abatidas em quatro tempos de confinamento, no Experimento II

Itens	Níveis de Concentrado		Tempos de Confinamento (dias)				Valor P ¹					CV (%)
	22,5%	45%	42	84	126	168	N	TC _L	TC _Q	TC _C	N×TC	
	Cortes básicos (%)											
Alcatra	18,99	19,02	19,49	18,71	18,94	18,89	0,956	0,498	0,489	0,585	0,899	5,30
Coxão	30,03	30,15	30,37	30,97	30,02	29,00	0,869	0,159	0,295	0,665	0,849	4,83
Acém	21,24	20,28	21,19	19,55	21,01	21,29	0,242	0,619	0,244	0,245	0,580	7,33
Paleta	17,94	18,38	17,64	18,56	18,26	18,19	0,332	0,506	0,288	0,478	0,766	4,76
Ponta de Agulha	11,80	12,16	11,31	12,21	11,77	12,64	0,431	0,107	0,969	0,211	0,145	7,28
Rendimentos de cortes agrupados (%) ²												
Traseiro	49,02	49,17	49,86	49,68	48,96	47,88	0,816	0,048	0,501	0,951	0,902	2,60
Dianteiro	50,98	50,83	50,14	50,32	51,04	52,12	0,816	0,048	0,501	0,951	0,902	2,51
Rendimento de carcaça e espessura de gordura subcutânea												
RCF (%)	53,19	54,74	52,39	54,52	55,50	53,45	0,026	0,140	0,006	0,474	0,239	2,10
EGS (mm)	2,34	2,71	2,06	0,93	2,05	5,06	0,629	0,014	0,021	0,910	0,220	57,08

¹N = nível de concentrado, TC_L = efeito linear para tempo de confinamento, TC_Q = efeito quadrático para tempo de confinamento, TC_C = efeito cúbico para tempo de confinamento, TC = tempo de confinamento.

²Traseiro = traseiro especial, correspondendo a alcatra completa + coxão; dianteiro = acém + paleta + ponta de agulha.

Não foi observada interação ($P>0,05$) entre o nível de concentrado e o tempo de confinamento para nenhuma das características de carcaça avaliadas (Tabela 6). Em função de haver alta variabilidade de peso entre os animais que foram abatidos ao final de cada período de confinamento, foram testadas também equações de regressão múltipla para as variáveis de carcaça em função do peso de corpo vazio (PCVZ) e do nível de concentrado. Foi observada apenas significância ($P<0,05$) do efeito do PCVZ para as variáveis EGS e porcentagem de ponta de agulha, sendo que para a EGS o intercepto não foi significativo ($P>0,05$) e o modelo que apresentou melhor coeficiente de correlação (R^2) foi aquele em função do PCVZ ao quadrado. Dessa forma, com base nos resultados da Tabela 6 e das regressões onde foi utilizado o PCVZ, as equações ou médias que melhor descrevem as variáveis estudadas são apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7 – Equações que melhor descrevem o rendimento de cortes básicos e de carcaça fria e espessura de gordura subcutânea de novilhas Nelore em crescimento

Item ¹	Equação
Alcatra (%)	$\hat{Y} = 19,01$
Coxão (%)	$\hat{Y} = 30,09$
Acém (%)	$\hat{Y} = 20,76$
Paleta (%)	$\hat{Y} = 18,18$
Ponta de Agulha (%)	$\hat{Y} = \text{PCVZ} \times 0,1512 + 8,482 \text{ (} R^2 = 0,32 \text{)}$
Traseiro (%)	$\hat{Y} = 50,76 - 0,0158 \times \text{TC} \text{ (} R^2 = 0,08 \text{)}$
Dianteiro (%)	$\hat{Y} = 49,24 + 0,0158 \times \text{TC} \text{ (} R^2 = 0,08 \text{)}$
RCF (%)	22,5% de concentrado: $\hat{Y} = 46,93 + 0,134 \times \text{TC} - 0,00059 \times \text{TC}^2 \text{ (} R^2 = 0,16 \text{)}$
	45% de concentrado: $\hat{Y} = 48,47 + 0,134 \times \text{TC} - 0,00059 \times \text{TC}^2 \text{ (} R^2 = 0,16 \text{)}$
EGS (mm)	$\hat{Y} = \text{PCVZ}^2 \times 0,0000500021 \text{ (} R^2 = 0,80 \text{)}$

¹RCF = rendimento de carcaça fria; TC = Dias de confinamento; PCVZ = peso de corpo vazio (kg).

Como a soma das porcentagens dos cinco cortes básicos gera um total de 100%, quando há variação na porcentagem de um dos cortes, como é o caso da ponta de agulha (Tabela 7), deveria haver também variação nas proporções dos demais cortes. Entretanto, os resultados encontrados mostram que essa variação não ocorre de forma que possa ser significativamente ($P<0,05$) explicada por influência de alguma das variáveis estudadas (PCVZ, tempo de confinamento e nível de concentrado).

Para a EGS, a equação gerada por meio da regressão em função do PCVZ apresentou-se mais adequada ao comportamento biológico desta variável e, portanto, foi apresentada na Tabela 7, não sendo apresentada nenhuma equação gerada em função do tempo de

confinamento, que apresentou efeitos linear e quadrático significativos para EGS, conforme pode ser visto na Tabela 6.

Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) no rendimento de nenhum dos cortes básicos em função do tempo de confinamento, sendo encontrada apenas significância ($P<0,05$) para a proporção de ponta de agulha em função do PCVZ (Tabela 7). Entretanto, quando os cortes básicos foram agrupados em cortes traseiro e dianteiro, observou-se aumento linear no rendimento de dianteiro, com conseqüente diminuição na proporção de traseiro como conseqüência do tempo em que os animais ficaram confinados. Os cortes do traseiro possuem maior valor comercial e, portanto, essa diminuição em função do tempo de confinamento tornar-se-ia, de certa forma, prejudicial ao valor comercial da carcaça. Porém, a variabilidade provocada é extremamente pequena (um ponto percentual a cada 63 dias de confinamento), fazendo com que a importância comercial dessa variação seja extremamente pequena.

As proporções de cortes foram semelhantes às encontradas por Marcondes et al. (2008) para fêmeas Nelore mais pesadas do que as usadas neste experimento, sendo apenas diferente numericamente os valores de coxão e traseiro, com superioridade para os animais desse experimento. Novilhas Nelore jovens apresentaram rendimento de cortes desejável, uma vez que Luchiari Filho (2000) diz ser desejável que uma carcaça tenha de 45 a 50% de traseiro especial.

Novilhas alimentadas com 45% de concentrado apresentaram melhor rendimento de carcaça ($P<0,05$) do que aquelas alimentadas com 22,5% de concentrado na dieta (Tabela 6). Esse resultado pode estar relacionado a um maior consumo de FDN dos animais do tratamento com 22,5% de concentrado (Tabela 5). Portanto, estes animais podem ter tido maior desenvolvimento do trato gastrintestinal, que segundo Seal & Reynolds (1993) representa de 8 a 14% do peso total do animal, fazendo com que o volume de vísceras aumentasse e o rendimento de carcaça diminuísse.

Paulino et al. (2008) e Marcondes et al. (2008) não observaram diferenças no rendimento de carcaça de fêmeas submetidas a diferentes níveis de concentrado. Cabe ressaltar que esses autores trabalharam com animais mais pesados do que os utilizados neste experimento.

Observou-se um efeito quadrático no rendimento de carcaça fria, com máximo rendimento aos 114 dias de confinamento e posterior redução. Este resultado parece não ter um significado biológico, supondo-se dessa forma que os animais que foram confinados por

168 dias fossem geneticamente inferiores aos demais para a característica rendimento de carcaça.

Os valores de espessura de gordura subcutânea encontrados sugerem que fêmeas Nelore jovens, quando confinadas na fase de recria, podem atingir viabilidade para abate do ponto de vista de cobertura de gordura subcutânea a pesos mais baixos do que os normalmente sugeridos. Pela equação apresentada na Tabela 7, fêmeas Nelore atingiriam 3 mm de espessura de gordura subcutânea com 274 kg de peso corporal (considerando-se $PCVZ/PC = 0,8941$, dados do próximo capítulo), o que consistiria em um animal de cerca de 10 @ de carcaça (considerando-se os valores de RCF apresentados na Tabela 6).

Fêmeas normalmente tendem a apresentar deposição de gordura mais cedo do que machos castrados e não castrados (Berg & Butterfield, 1976; Coutinho Filho et al., 2006; Paulino et al., 2008; Marcondes et al., 2008). Dessa forma, fêmeas tendem a atingir maturidade a pesos menores do que machos. Alguns autores relataram que o abate de animais muito jovens pode aumentar o custo por kg de carcaça beneficiada, em função de que demandam mais mão de obra (Restle et al., 1996; Costa et al., 2002). Por outro lado, a terminação de animais mais jovens pode aumentar o giro de capital e produzir carne mais macia, principalmente em função do menor teor de colágeno (Luckett et al., 1975).

Conclusões

Novilhas Nelore confinadas durante a fase de crescimento recebendo dieta com 45% de concentrado e silagem de milho como volumoso apresentam melhor desempenho do que aquelas alimentadas com 22,5% de concentrado.

O ganho médio diário, eficiência alimentar, consumo de matéria seca, consumo de nutrientes digestíveis totais, consumo de proteína bruta e de fibra em detergente neutro, quando expressos em porcentagem do peso corporal, são influenciados pelo tempo de confinamento dos animais, sendo maiores nos períodos iniciais de confinamento.

As digestibilidades aparentes da matéria seca e dos nutrientes, bem como a eficiência de síntese de proteína microbiana, não sofrem variações significativas em função do nível de concentrado na dieta, quando novilhas Nelore jovens são alimentadas com 22,5 ou 45% de concentrado na dieta.

Fêmeas Nelore confinadas na fase de recria e abatidas jovens apresentam adequado rendimento de carcaça e de cortes básicos e podem atingir ponto de abate, expresso em

espessura de gordura subcutânea (mínimo de 3 mm) a partir de 274 kg de peso corporal, ou 10 % de carcaça.

Referências Bibliográficas

- AKAIKE, H. A new look at the statistical model identification. **IEEE Transactions on Automatic Control**, v.19, n.6, p.716–723, 1974.
- ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.7, p.1598-1624, 2000.
- BARBOSA, A.M. **Fração endógena e recuperação urinária de derivados de purinas obtidas por diferentes métodos em bovinos Nelore**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2009. 53p. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Viçosa, 2009.
- BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. **New concepts of cattle growth**. 1.ed. Sydney: Sydney University Press, 1976. 240p.
- BRONDANI, I.L.; SAMPAIO, A.A.M.; RESTLE, J. et al. Composição física da carcaça e aspectos qualitativos da carne de bovinos de diferentes raças alimentados com diferentes níveis de energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2034-2042, 2006.
- 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.
- CHIZZOTTI, M.L.; TEDESCHI, L.O.; VALADARES FILHO, S.C. A meta-analysis of energy and protein requirements for maintenance and growth of Nellore cattle. **Journal of Animal Science**. v.86, n.7, p.1588-1597, 2008.
- CLARK, J.H., KLUSMEYER, T.H., CAMERON, M.R. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.8, p.2304-2323, 1992.
- COSTA, E.C.; RESTLE, J.; VAZ, F.N. et al. Características da carcaça de novilhos Red Angus superprecoces abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.119-128, 2002.
- COUTINHO FILHO, J.L.; PERES, R.M.; JUSTO, C.L. Produção de carne de bovinos contemporâneos, machos e fêmeas, terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2043-2049, 2006.

- DETMANN, E.; QUEIROZ, A.C.; CECON, P.R. et al. Consumo de fibra em detergente neutro por bovinos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1763-1777, 2003.
- DROUILLARD, J.S.; KUHLM, G.L. Effects of previous grazing nutrition and management on feedlot performance of cattle. **Journal of Animal Science**, v.77, n.2, p.133-146, 1999.
- FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Consumo, conversão alimentar, ganho de peso e características da carcaça de bovinos F1 Simental x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.343-351, 1999.
- FOX, D.G.; BLACK, J.R. A system for predicting body composition and performance of growing cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, n.3, p.725-739, 1984.
- FUJIHARA, T.; ORSKOV, 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.
- GEAY, Y. Energy and protein utilization in growing cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, n.3, p.766-778, 1984.
- HALL, M. B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. University of Florida. 2000. p.1-19 (Technical Bulletin – USDA, 926).
- HOOVER, W.H.; STOKES, S.R. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3630-3644, 1991.
- HOUSEKNECHT, K.L.; BAILE, C.A.; MATTERI, R.L. et al. The biology of leptin: A review. **Journal of Animal Science**, v.76, n.1, p.1405-1420, 1998.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. [2008]. Pesquisas Trimestrais do Abate de Animais, do Leite, do Couro e da Produção de Ovos de Galinha, 2008. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1340&id_pagina=1. Acesso em: 09/11/2009.
- LUCHIARI FILHO, A. **A pecuária da carne bovina**. 1.ed. São Paulo: Albino Luchiari Filho, 2000. 134p.
- LUCKETT, R.L.; BIDNER, T.D.; ICAZA, E.A. et al. Tenderness Studies in Straightbred and Crossbred Steers. **Journal of Animal Science**, v.40, n.3, p.468-475, 1975.
- MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R. et al. Consumo e desempenho de animais alimentados individualmente ou em grupo e características de carcaça de animais Nelore de três classes sexuais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.12, p.2243-2250, 2008.
- MERTENS, D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, v.64, n.5, p.1548-1558, 1987.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: 2001. 381p.
- PAULINO, M.F.; ZAMPERLINI, B.; FIGUEIREDO, D.M. et al. Bovinocultura de Precisão em Pastagens. In: V SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE E I SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 4., 2006, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: SIMCORTE, 2006, p.361-412.
- PAULINO, P.V.R.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. et al. Desempenho produtivo de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais alimentados com dietas contendo dois níveis de oferta de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1079-1087, 2008.
- PÖTTER, L.; LOBATO, J.F.P.; MIELITZ NETTO, C.G. Produtividade de um modelo de produção para novilhas de corte primíparas aos dois, três e quatro anos de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.3, p.613-615, 1998.
- RESTLE, J.; KEPLIN, L.A.S.; VAZ, F.N. et al. Qualidade da carne de novilhos Charolês confinados e abatidos com diferentes pesos. **Ciência Rural**, v.26, n.3, p.463-466, 1996.
- ROCHA, M.G.; LOBATO, J.F.P. Avaliação do Desempenho Reprodutivo de Novilhas de Corte Primíparas aos Dois Anos de Idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1388-1395, 2002 (suplemento).
- SEAL, C.J.; REYNOLDS, C.K. Nutritional implications of gastrointestinal and liver metabolism in ruminants. **Nutrition Research Reviews**, v.6, n.1, p.185-208, 1993.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa: Imprensa Universitária – Universidade Federal de Viçosa, 2002. 165p.
- SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C.; ÍTAVO, L.C.V. et al. Desempenho Produtivo de Novilhos Nelore, na Recria e na Engorda, Recebendo Dietas com Diferentes Níveis de Concentrado e Proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.492-502, 2002 (suplemento).
- UNDERSANDER, D.; MERTENS, D.R.; THIEX, N. [1993]. **Forage Analyses Procedures**. Omaha: National Forage Testing Association. 135p. Disponível em: <http://www.foragetesting.org/lab_procedure/labpro.pdf>. Acesso em 07/10/2009.
- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos – BR CORTE**. 1 ed. Viçosa : UFV, Suprema Gráfica Ltda. 2006, 142p.
- 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 Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

WILLIAMS, C.B.; BENNETT, G.L.; KEELE, J.W. Simulated influence of postweaning production system on performance of different biological types of cattle: III. Biological efficiency. **Journal of Animal Science**, v.73, n.3, p.686-698, 1995.

CAPÍTULO 2

Exigências nutricionais de energia, proteína e macrominerais para fêmeas Nelore em crescimento

Resumo - Objetivou-se determinar as exigências nutricionais de proteína, energia e macrominerais (Ca, Mg, P, Na e K) e verificar as variações na retenção de energia na forma de proteína e gordura bem como avaliar as eficiências de deposição de proteína, energia e da utilização da energia metabolizável para manutenção e ganho de peso de fêmeas Nelore em crescimento. Foi realizado um experimento de abate comparativo utilizando 24 novilhas Nelore com peso médio inicial de $168,9 \pm 27,1$ kg, sendo 4 abatidas no início do experimento, constituindo o grupo referência. Os 20 animais remanescentes foram confinados por 168 dias, sendo realizados abates a cada 42 dias para determinação das composições corporais mediante análise química dos tecidos. Foram avaliados vários métodos para determinação das exigências líquidas e metabolizáveis, de energia para manutenção (EL_m , EM_m), proteína para manutenção (PL_m , PM_m); e também para ganho de energia (ER), proteína (PR) e macrominerais. As exigências de EL_m e EM_m obtidas foram, respectivamente, 77,58 e 119,74 Kcal/PCVZ^{0,75}/dia, e os modelos obtidos para ER e PR foram $ER \text{ (Mcal/dia)} = 0,0701 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,1216}$ e $PR \text{ (g/dia)} = GPCVZ \times (256 - 25,71 \times ER \div GPCVZ)$. A exigência de PM_m obtida para novilhas Nelore foi de 3,61 g/PC^{0,75}/dia. A eficiência de uso da proteína metabolizável para ganho foi de 0,42 e as eficiências de deposição de energia na forma de proteína e gordura foram de 0,25 e 0,83, respectivamente. Conclui-se que os requisitos líquidos por kg de ganho de peso de proteína e minerais diminuem, e os de energia aumentam, com o aumento do peso corporal, e que a eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho (K_g) reduz em função da energia retida como proteína no ganho para fêmeas Nelore em crescimento.

Palavras-chave: eficiência, energia metabolizável, manutenção, minerais, proteína metabolizável, novilhas de corte

Nutritional requirements for energy, protein and macro minerals for Nellore growing heifers

Abstract - This study aimed determine the nutritional requirements of protein, energy and macro minerals (Ca, Mg, P, Na and K), verify the variations in the retention of energy as protein and fat as well as evaluate the efficiencies of protein and energy deposition and the efficiency of metabolizable energy utilization for maintenance and weight gain of growing Nellore heifers. A comparative slaughter experiment was conducted using 24 heifers with an average initial weight of 168.9 ± 27.1 kg. At the beginning of the trial four heifers were slaughtered, constituting the reference group. The 20 remaining animals were confined for 168 days, and harvest every 42 days for determination of body composition by chemical analysis of tissues. Several methods for determination of metabolizable and net requirements of energy for maintenance (NE_m and ME_m), protein for maintenance (NP_m and MP_m), energy to gain (RE), protein to gain (RP) and macro minerals to gain were evaluated. The requirements NE_m and ME_m obtained were respectively 77.58 and 119.74 Kcal/EBW^{0.75}/day, and the models obtained for ER and PR were: ER (Mcal/day) = $0.0701 \times EBW^{0.75} \times EBG^{1.1216}$ and RP (g/day) = $EBW \times (256 \text{ to } 25.71 \times ER \div EBW)$, respectively. The requirement of MPm obtained for heifers was 3.61 g/PC^{0.75}/day. The efficiency of use of metabolizable protein for gain was 0.42 and the efficiency of energy deposition as protein and fat were 0.25 and 0.83, respectively. It can be concluded that requirements per kg net weight gain of protein and minerals decrease while the energy increases with increasing body weight, and that the efficiency of utilization of metabolizable energy for gain (k_g) decreases as a function of energy retained as protein in the gain in Nellore heifers.

Keywords: beef heifers, efficiency, maintenance, metabolizable energy, metabolizable protein, minerals

Introdução

Na bovinocultura de corte a nutrição é o item de maior custo operacional de produção. O conhecimento preciso dos requerimentos nutricionais dos animais, aliado ao conhecimento do valor nutricional dos alimentos disponíveis, são ferramentas básicas para a formulação de dietas adequadas e o conseqüente aumento da eficiência produtiva, econômica e ambiental da atividade.

A busca de informações acerca da forma de utilização da energia pelos animais tem instigado pesquisadores desde o século XIII; levando, com o passar do tempo, ao desenvolvimento de modelos de estudo e predição das exigências de energia e de nutrientes pelos animais (Ferrel & Oltjen, 2008). Países como Estados Unidos, Reino Unido, França e Austrália estabeleceram há algum tempo os requerimentos nutricionais de seus rebanhos de bovinos de corte, de acordo com as características e peculiaridades de suas realidades, apresentando atualizações e evoluções. Diferentemente desses países, onde há predominância de animais taurinos, no Brasil bovinos zebuínos compõem cerca de 80% do rebanho de corte (Anualpec, 2009). Animais zebuínos são também maioria em diversas regiões tropicais do mundo (Stonaker, 1971).

No Brasil, Valadares Filho et al. (2006) publicaram as primeiras Tabelas Brasileiras de Exigências Nutricionais de Zebuínos, com base num banco de dados de experimentos realizados em condições brasileiras desde a década de 90. Chizzotti et al. (2008) atualizaram esse banco de dados e realizaram meta-análise para estabelecer novos modelos para quantificação das exigências nutricionais de zebuínos e seus cruzamentos. Entretanto, dos trabalhos de avaliação de exigências nutricionais envolvendo fêmeas zebuínas no Brasil (Paulino, 2006; Chizzotti et al., 2007; Marcondes et al., 2009; Souza et al., 2009) nenhum utilizou animais em crescimento.

Não obstante à quantificação dos requerimentos nutricionais, se faz fundamental também a estimação das eficiências de utilização da energia e nutrientes para manutenção e deposição de tecidos pelos animais, uma vez que tais eficiências variam em função de uma série de fatores, como condição alimentar (Garrett, 1980a; Vêras et al., 2001), idade dos animais e composição do ganho (Blaxter et al., 1966), sendo escassas as informações sobre essas eficiências para fêmeas zebuínas em crescimento.

Dessa forma, objetivou-se determinar as exigências nutricionais de proteína, energia e macrominerais (Ca, Mg, P, Na e K) e verificar as variações na retenção de energia na forma

de proteína e gordura bem como avaliar as eficiências de deposição de proteína, energia e da utilização da energia metabolizável para manutenção e ganho de peso de fêmeas Nelore em crescimento.

Material e Métodos

Este trabalho foi realizado no Laboratório Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, sendo a parte de campo conduzida de agosto de 2008 a fevereiro de 2009 por intermédio de um experimento de abate comparativo utilizando 24 bezerras Nelore, com peso médio inicial de $168,9 \pm 27,1$ kg e idade média de 9 meses.

Inicialmente, os animais foram pesados, identificados e tratados contra ecto e endoparasitas e depois alojados em baias individuais com piso de concreto, providas de comedouro e bebedouro de concreto, com área total de 30 m², com 8 m² de área coberta com telhas de amianto. Todos os animais passaram por um período pré-experimental de 21 dias, onde receberam a mesma dieta, com composição intermediária entre as dietas utilizadas no experimento.

Os animais foram aleatoriamente distribuídos em grupo referência (n = 4), grupo manutenção (n = 4) e grupo desempenho (n = 16). Após o período de adaptação, os animais do grupo referência foram abatidos para avaliação do peso de corpo vazio (PCVZ) e da composição química inicial do PCVZ. A partir do PCVZ e da composição química do PCVZ dos animais referência foram estimados o PCVZ e a composição química do PCVZ iniciais dos animais que permaneceram no experimento.

Os animais do grupo desempenho foram divididos, aleatoriamente, em dois tratamentos, correspondentes a dois níveis de concentrado, sendo 8 animais alimentados com dieta contendo 22,5% de concentrado com base na matéria seca (MS) e 8 animais alimentados com 45% de concentrado. Os animais do grupo manutenção foram alimentados com a dieta contendo o menor nível de concentrado (22,5%) com consumo restrito a 1,1% do peso corporal (PC), com base na matéria seca (MS).

O volumoso utilizado foi a silagem de milho e os concentrados foram formulados à base de milho moído, farelo de soja, farelo de trigo, uréia, sulfato de amônio, calcário, sal comum e mistura mineral. Os concentrados foram formulados para tornar as dietas isoprotéicas (13% de proteína bruta) e foram mantidas as mesmas proporções de milho e farelo de soja nos dois concentrados, variando-se a quantidade de uréia e sulfato de amônio,

sendo utilizado farelo de trigo para completar a formulação. A composição química média dos alimentos utilizados na elaboração das dietas é apresentada na Tabela 1, e as proporções dos ingredientes no concentrado e nas dietas e suas composições são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 1 - Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais

Itens ¹	Silagem de Milho	Milho Grão	Farelo de Soja	Farelo de Trigo	Uréia/SA ²	Calcário	Sal Comum	Mistura Mineral ³
MS	25,58	86,56	86,38	86,52	97,33	99,85	95,59	96,09
MO ⁴	94,25	98,66	93,77	94,11	-	-	0,12	-
PB ⁴	7,63	9,45	52,48	16,99	265,80	-	-	-
PIDN/PB ⁵	15,30	17,50	2,47	10,64	-	-	-	-
EE ⁴	2,77	3,39	2,37	4,96	-	-	-	-
FDN ⁴	56,20	12,14	12,09	45,24	-	-	-	-
FDN _{cp} ⁴	52,61	9,33	10,39	43,01	-	-	-	-
CNF ⁴	31,24	76,49	28,54	29,14	-	-	-	-
Ca ⁴	0,18	0,05	0,40	0,22	-	37,54	0,11	30,03
P ⁴	0,30	0,19	0,53	2,82	-	0,01	-	18,90
Mg ⁴	0,12	0,10	0,33	0,47	-	1,16	0,03	0,86
Na ⁴	0,08	0,09	0,13	0,16	-	-	37,39	0,23
K ⁴	1,21	0,38	2,78	1,51	-	-	-	0,31

¹MS = matéria seca, MO = matéria orgânica, PB = proteína bruta, PIDA/PB = proteína insolúvel em detergente neutro por unidade de proteína bruta, EE = extrato etéreo, FDN = fibra em detergente neutro, FDN_{cp} = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, CNF = carboidratos não fibrosos, Ca = cálcio, P = fósforo, Mg = magnésio, Na = sódio e K = potássio;

²Mistura de Uréia + Sulfato de Amônio na proporção 9:1 e uréia contendo 47,25% de nitrogênio;

³Níveis mínimos de garantia de microminerais: Zn = 5720 mg/kg, Mn = 2000 mg/kg, Fe = 1795 mg/kg, Cu = 1250 mg/kg, Co = 100 mg/kg, I = 90 mg/kg, Se = 15 mg/kg;

⁴% na MS;

⁵% da PB.

O experimento teve duração total de 168 dias, divididos em quatro períodos de 42 dias. Ao final de cada período de 42 dias os animais foram pesados e 4 animais, dois de cada nível de concentrado, foram aleatoriamente selecionados e abatidos, constituindo um sistema de abates escalonados. Dessa forma, dos 16 animais pertencentes ao grupo desempenho, 4 foram abatidos aos 42 dias, 4 aos 84 dias, 4 aos 126 dias e 4 aos 168 dias. Os animais do grupo manutenção foram abatidos aos 159 dias, de forma que as estimativas para manutenção pudessem ser correspondentes a todo o período de avaliação.

Os alimentos foram fornecidos duas vezes ao dia e ajustados de forma a manter as sobras em torno de 5 a 10% do fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais. As quantidades de silagem de milho e concentrado fornecidas, bem como as sobras, foram registradas diariamente.

Tabela 2 – Proporção dos ingredientes nos concentrados e nas dietas e composição dos concentrados e dietas obtidas na base da matéria seca

Itens ¹	22,5%		45%	
	Concentrado	Dieta	Concentrado	Dieta
Proporção				
Silagem de Milho	-	76,46	-	53,96
Milho Grão	64,30	15,14	64,30	29,61
Farelo de Soja	24,00	5,65	24,00	11,05
Farelo de Trigo	-	-	8,00	3,68
Uréia	5,13	1,21	0,45	0,21
Sulfato de Amônio	0,57	0,13	0,05	0,02
Calcário	2,00	0,47	1,20	0,55
Sal Comum	2,00	0,47	1,00	0,46
Mistura Mineral	2,00	0,47	1,00	0,46
Composição Nutricional				
MS	87,89	40,23	86,92	53,82
MO	91,67	93,65	94,26	94,26
PB	33,82	13,80	21,36	13,95
PIDN/PB	4,06	12,66	7,11	11,53
EE	2,75	2,76	3,14	2,94
FDN	10,71	45,49	14,33	36,92
FDN _{cp}	8,50	42,22	11,94	33,88
CNF	56,03	37,08	58,36	43,73
NDT ²	-	70,55	-	71,46
ED (Mcal/kg) ²	-	3,11	-	3,15
EM (Mcal/kg) ²	-	2,55	-	2,58
Ca	1,48	0,49	0,90	0,51
P	0,63	0,38	0,66	0,47
Mg	0,18	0,14	0,20	0,16
Na	0,84	0,26	0,48	0,27
K	0,92	1,14	1,03	1,13

¹MS = matéria seca, MO = matéria orgânica, PB = proteína bruta, PIDA/PB = proteína insolúvel em detergente neutro por unidade de proteína bruta, EE = extrato etéreo, FDN = fibra em detergente neutro, FDN_{cp} = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, CNF = carboidratos não fibrosos, NDT = nutrientes digestíveis totais, ED = energia digestível, EM = energia metabolizável, Ca = cálcio, P = fósforo, Mg = magnésio, Na = sódio e K = potássio.

²Quantificados em ensaio de digestibilidade com animais contemporâneos aos desse experimento.

A silagem de milho e as sobras de cada animal foram amostradas diariamente, sendo as sobras amostradas em torno de 10% do total, e posteriormente acondicionadas em freezer (-15°C). Semanalmente, uma amostra composta de silagem de milho e amostras compostas das sobras de cada animal foram submetidas à secagem em estufa com ventilação forçada (60°C) e moídas em moinho de facas (1 mm). Posteriormente foi avaliada a MS total dessas amostras por meio da secagem em estufa a 105°C por 16 horas. Com base na quantidade de MS de sobras de cada animal, ou da quantidade de MS de silagem fornecida, foram

realizadas amostras compostas de 3 semanas para a silagem de milho e de 6 semanas para as sobras.

Os ingredientes que compuseram os concentrados foram amostrados diretamente dos silos da fábrica de ração da Universidade nos dias das misturas dos mesmos. Em função do longo tempo de duração do experimento e do fato de que animais foram abatidos ao longo do tempo, amostras de milho e farelo de soja foram analisadas cada vez que foi misturada uma nova quantidade de ração. Para os demais ingredientes foi obtida amostra composta de todo período experimental.

As amostras compostas de sobras, silagem de milho e ingredientes dos concentrados foram quantificadas quanto aos teores de MS, matéria mineral (MM), nitrogênio total, extrato etéreo (EE) e macrominerais (Ca, P, Mg, Na e K), de acordo com recomendações de Silva & Queiroz (2002), sendo a proteína bruta (PB) obtida pelo produto entre o nitrogênio total e o fator 6,25. O teor de fibra em detergente neutro (FDN) foi obtido de acordo com Van Soest et al. (1991), sendo acrescentado sulfito de sódio (Undersander et al., 1993) para as análises de farelo de soja, em virtude da gelatinização do conteúdo protéico. Utilizou-se o sistema Ankom[®] para as avaliações de FDN, com adição de α -amilase estável ao calor e modificação do saquinho utilizado (5,0 x 5,0 cm, porosidade de 100 μ m), que foi confeccionado utilizando-se tecido TNT (100 g/m²). Em todas as amostras, o teor de FDN foi corrigido para cinzas e proteína (FDN_{cp}).

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

Os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes para as três dietas utilizadas foram obtidos através do ensaio de digestibilidade, descrito no capítulo anterior. O consumo de energia digestível pelos (CED) animais foi obtido pela multiplicação da fração digestível de cada nutriente pelo seu valor calórico, conforme o NRC (2001):

$$CED = 5,6 \times CPBD + 9,4 \times CEED + 4,2 \times CFDN_{cp}D + 4,2 \times CNFD \quad \text{Eq. [1]}$$

em que CED = consumo de energia digestível (Mcal/dia); CPBD = consumo de proteína bruta digestível (kg/dia); CEED = consumo de extrato etéreo digestível (kg/dia); CFDN_{cp}D = consumo de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína digestível (kg/dia) e CNF = consumo de carboidratos não fibrosos digestíveis (kg/dia).

Para cálculo do consumo de energia metabolizável (CEM), o CED foi multiplicado por 0,82, de acordo com o NRC (2000).

A eficiência microbiana, estimada para os animais deste experimento utilizando-se a metodologia dos derivados de purinas na urina foi obtida a partir de um ensaio envolvendo 3 animais contemporâneos aos utilizados neste trabalho, foi de 116,78 g P_{mic} /kgNDT, sendo este o valor médio dos tratamentos, uma vez que não observou-se efeito ($P>0,05$) de tratamento.

O consumo de proteína metabolizável (CP_{met}) foi estimado como sendo o de proteína microbiana verdadeira digestível mais a proteína não degradável no rúmen digestível. A proteína microbiana foi calculada a partir do consumo de NDT, sendo sua fração verdadeira adotada como 80% e sua digestibilidade também adotada como 80% (NRC, 2001). O consumo de proteína não degradada no rúmen foi estimado como o consumo de proteína bruta menos a produção de proteína microbiana, e sua digestibilidade considerada como 80%.

Antes dos abates, os animais foram submetidos a jejum de sólidos de 16 horas. O abate foi realizado via insensibilização e secção da veia jugular, seguido de lavagem do aparelho gastrointestinal (rúmen, retículo, omaso, abomaso e intestinos delgado e grosso). Os pesos do coração, pulmões, fígado, baço, rins, língua, gordura interna, carne industrial, mesentério, cauda e aparas, juntamente com os do trato gastrointestinal 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 média obtida entre o PCVZ e o peso corporal (PC) do grupo referência foi utilizada para a estimação do PCVZ inicial dos animais que permaneceram em alimentação. Após o abate, a carcaça de cada animal foi dividida em duas meia carcaças que foram resfriadas a 4°C, durante 24 horas. Posteriormente, todas as meia carcaças direitas foram desossadas para separação dos ossos e carne mais gordura. A carne e gordura foram moídas e após homogeneização, uma amostra correspondente a carne e gordura da carcaça foi retirada para análise. Os ossos foram separados em ossos longos, vértebras e costelas, amostrados e serrados, sendo obtida amostra composta dos ossos da carcaça.

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 em um cutter industrial por 20 minutos, constituindo amostra composta de órgãos e vísceras.

Uma amostra de sangue de cada animal foi coletada durante a sangria e posteriormente levada à estufa com ventilação forçada (60°C), até atingir peso constante. Posteriormente, essas amostras foram moídas em moinho de bola e acondicionadas em recipientes para posteriores análises de MS, nitrogênio total, EE e macrominerais.

Para amostragem de couro, seccionou-se uma porção de 25 x 25 cm no lado esquerdo da garupa de cada animal. A cada abate, dois animais, um de cada tratamento, foram aleatoriamente escolhidos para terem seus membros (um anterior e um posterior) e cabeça amostrados. Estes foram dissecados em couro, tecido mole e ossos, sendo que o peso do couro foi somado ao do corpo, o tecido mole moído e amostrado e os ossos serrados para proceder-se a amostragem. A composição média da cabeça e pés desses animais para cada tratamento foi utilizada como base de cálculo da composição dos animais que não tiveram seus pés e cabeça amostrados.

Com exceção do sangue, todas as amostras (órgãos+vísceras, músculo+gordura, ossos, tecido mole e couro) foram liofilizadas por 72 a 96 horas para avaliação da matéria pré-seca gordurosa (MSG).

Posteriormente, as amostras foram submetidas a desgorduramento parcial por extração via éter de petróleo em aparelho Soxhlet por 6 horas, em média. Em seguida, o conteúdo de matéria parcialmente desgordurada (MPD) foi moído em moinho de bola, para posteriores avaliações de nitrogênio total, EE e macrominerais, conforme Silva & Queiroz (2002). A gordura removida no desgorduramento parcial foi calculada pela diferença entre a MSG e a MPD, cujo resultado foi adicionado aos obtidos para o extrato etéreo residual na MSPD, para determinação do teor total de gordura. A solução mineral para avaliação dos macroelementos minerais foi preparada por digestão nitroperclórica. Após as devidas diluições, o teor de P foi determinado por colorimetria, os de Ca e Mg em espectrofotômetro de absorção atômica, e os de Na e K em espectrofotômetro de chama (Silva & Queiroz, 2002).

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

A determinação da energia corporal foi obtida a partir dos teores corporais de proteína e gordura e seus respectivos equivalentes calóricos de 5,6405 e 9,3929, respectivamente, conforme a equação preconizada pelo ARC (1980):

$$CE = PB \times 5,6405 + EE \times 9,3929 \quad \text{Eq. [2]}$$

em que CE = conteúdo de energia corporal (Mcal), PB = proteína bruta no corpo vazio (kg) e EE = extrato etéreo no corpo vazio (kg).

Os conteúdos de energia, proteína e macrominerais (Ca, P, Mg, Na e K) no corpo em função do PCVZ dos animais de cada tratamento, e para todos os tratamentos em conjunto, foram estimados por meio de equações não lineares dos conteúdos corporais de energia e proteína dos animais em desempenho e referência, conforme o seguinte modelo:

$$C_i = a \times PCVZ^b \quad \text{Eq. [3]}$$

em que C_i = constituinte “i” do corpo do animal, podendo ser energia (Mcal), proteína (kg) ou macrominerais: Ca, P, Mg, Na e K (kg), PCVZ = peso de corpo vazio (kg) e ‘a’ e ‘b’ = parâmetros da regressão.

A partir dos parâmetros da regressão acima apresentada, os requerimentos líquidos de energia, proteína e macrominerais por quilo de ganho de peso de corpo vazio foram estimados pela derivada da equação acima, segundo o modelo abaixo:

$$Y = a \times b \times PCVZ^{b-1} \quad \text{Eq. [4]}$$

em que Y = requerimento de energia líquida para ganho (Mcal/GPCVZ) ou requerimento líquido de proteína para ganho (g/GPCVZ) ou requerimento líquido do macroelemento mineral Ca, P, Mg, Na ou K para ganho (g/GPCVZ), PCVZ = peso de corpo vazio (kg) e ‘a’ e ‘b’ são parâmetros da regressão.

Foi ajustada também uma equação de regressão entre a energia retida (ER) e o ganho diário de PCVZ, para determinado PCVZ metabólico ($\text{kg}^{0,75}$), nos animais em desempenho, utilizando-se o seguinte modelo:

$$ER = a \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^b \quad \text{Eq. [5]}$$

em que ER = energia retida (Mcal/ $\text{PCVZ}^{0,75}$ /dia), $\text{PCVZ}^{0,75}$ = peso de corpo vazio metabólico ($\text{kg}^{0,75}$), GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia) e ‘a’ e ‘b’ são parâmetros da regressão.

Para cálculo dos requerimentos líquidos de proteína para ganho de peso em qualquer faixa de ganho, foi ajustado modelo de acordo com a energia retida pelos animais, sendo utilizados apenas os animais de desempenho:

$$PR = \beta_0 + \beta_1 \times GMD + \beta_2 \times ER \quad \text{Eq. [6]}$$

em que PR = proteína retida (g/dia), GMD = ganho médio diário em jejum (kg/dia), ER = energia retida (Mcal/dia) e β_0 , β_1 e β_2 são parâmetros da regressão.

As exigências líquidas de proteína para ganho também foram calculadas utilizando um modelo alternativo, envolvendo o GPCVZ e a concentração de energia no ganho, sendo utilizados apenas os animais de desempenho (NRC, 2000):

$$PR = GPCVZ \times (\beta_1 + \beta_2 \times \frac{ER}{GPCVZ}) \quad \text{Eq. [7]}$$

em que PR = proteína retida (g/dia), GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia), ER = energia retida (Mcal/dia) e β_1 e β_2 são parâmetros da regressão.

Um modelo exponencial para estimar a energia retida na forma de proteína (ERp) foi construído conforme sugerido por Tedeschi et al. (2002):

$$ERp = \beta_0 + \beta_1 \times e^{-\beta_2 \times \frac{ER}{GPCVZ}} \quad \text{Eq. [8]}$$

em que ERp = percentagem de energia retida na forma de proteína (%), ER = energia retida (Mcal/dia), GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia), β_0 , β_1 e β_2 são parâmetros da regressão e 'e' é o número de Euler (3,718281).

Alternativamente, a ERp foi calculada conforme sugerido por Marcondes (2010), através do seguinte modelo:

$$ERp = \beta_0 \times (\frac{ER}{GPCVZ})^{\beta_1} \quad \text{Eq. [9]}$$

em que ERp = percentagem de energia retida na forma de proteína (%), ER = energia retida (Mcal/dia), GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia) e β_0 e β_1 são parâmetros da regressão.

A produção de calor (HP, Mcal/PCVZ^{0,75}/dia) foi obtida pela diferença entre o CEM (Mcal/PCVZ^{0,75}/dia) e a ER (Mcal/PCVZ^{0,75}/dia).

Em função de algumas divergências observadas na literatura quanto aos métodos para obtenção dos requerimentos líquidos e metabolizáveis de energia para manutenção, as exigências de energia líquida e metabolizável para manutenção foram calculadas por diferentes métodos para posteriores comparações descritivas entre os mesmos.

A exigência de energia líquida para manutenção (EL_m) foi calculada, inicialmente, de acordo com Lofgreen & Garrett (1968), como sendo o antilog do intercepto do logaritmo da

HP em função do consumo de energia metabolizável (CEM), sendo aqui descrito como Método 1 para EL_m (EL_m^1).

Alternativamente, a EL_m (Mcal/PCVZ^{0,75}/dia) foi calculada a partir do intercepto (β_0) da regressão exponencial entre a HP e o CEM, sendo esse o Método 2 para EL_m ou (EL_m^2). O modelo utilizado foi o seguinte:

$$HP = \beta_0 \times e^{(\beta_1 \times CEM)} \quad \text{Eq. [10]}$$

em que HP = produção de calor (Mcal/PCVZ^{0,75}/dia), CEM = consumo de energia metabolizável (Mcal/PCVZ^{0,75}/dia), β_0 e β_1 são parâmetros da regressão.

A exigência de energia metabolizável para manutenção (EM_m) foi calculada, inicialmente, por meio da relação entre a ER e o CEM, conforme o seguinte modelo:

$$ER = \beta_0 + CEM \times \beta_1 \quad \text{Eq. [11]}$$

em que ER = energia retida (Mcal/PCVZ^{0,75}/dia), CEM = consumo de energia metabolizável (Mcal/PCVZ^{0,75}/dia) e β_0 e β_1 são parâmetros da regressão.

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 existem erros associados às duas variáveis (ER e CEM). Os parâmetros da equação foram obtidos da seguinte forma:

$$\beta_0 = \bar{Y} - \beta_1 \times \bar{X} \quad \text{Eq. [12]}$$

$$\beta_1 = \frac{\sigma_y^2 - \sigma_x^2 + \sqrt{(\sigma_y^2 - \sigma_x^2)^2 + 4 \times \sigma_{xy}^2}}{2 \times \sigma_{xy}} \quad \text{Eq. [13]}$$

em que $\bar{Y}$ é a média da energia retida (Mcal/kgPCVZ^{0,75}/dia), $\bar{X}$ é a média do consumo de energia metabolizável (Mcal/kgPCVZ^{0,75}/dia), σ_x^2 é a variância de X, σ_y^2 é a variância de Y e σ_{xy} é a covariância entre X e Y.

A EM_m (Mcal/PCVZ^{0,75}/dia) obtida através da Eq. [11], denominado Método 1 para EM_m ou (EM_m^1), foi obtida pelo método iterativo, como sendo o valor de CEM quando a ER é nula.

De forma alternativa, a EM_m (Mcal/PCVZ^{0,75}/dia) foi determinada também por método iterativo envolvendo o modelo não-linear apresentado na Eq. [10], sendo a EM_m estimada como sendo o valor em que a HP é igual ao CEM. Esse método foi denominado Método 2 para EM_m ou (EM_m^2).

No terceiro método utilizado, a EM_m (Mcal/PCVZ^{0,75}/dia) foi determinada por iteração da relação entre o logaritmo da produção de calor (HP) em função do consumo de energia metabolizável (CEM), sendo a EM_m o valor de CEM no momento em que o CEM se iguala da HP. Esse método é aqui denominado como Método 3 para EM_m ou (EM_m^3).

A exigência líquida de proteína para manutenção (PL_m , g/PCVZ^{0,75}/dia) foi calculada por meio da regressão entre a proteína retida em função do consumo de proteína metabolizável:

$$PR = \beta_0 + CP_{met} \times \beta_1 \quad \text{Eq. [14]}$$

em que PR = proteína retida (g/PCVZ^{0,75}/dia), CP_{met} = consumo de proteína metabolizável (g/PCVZ^{0,75}/dia) e β_0 e β_1 são parâmetros da regressão.

O módulo do β_0 desse modelo representa a PL_m (g/PCVZ^{0,75}/dia) e o β_1 a eficiência (%) de uso da proteína metabolizável para ganho.

A exigência de proteína metabolizável para manutenção foi calculada de acordo com o NRC (2000), onde o consumo de proteína metabolizável foi contrastado com o ganho médio diário para os animais em desempenho e manutenção:

$$CP_{met} = \beta_0 + GMD \times \beta_1 \quad \text{Eq. [15]}$$

em que CP_{met} = consumo de proteína metabolizável (g/dia), GMD = ganho médio diário (kg/dia) e β_0 e β_1 são parâmetros da regressão.

A divisão do intercepto dessa regressão pelo peso metabólico médio dos animais estimou os requerimentos de proteína metabolizável para manutenção (PM_m):

$$PM_m = \frac{\beta_0}{PC^{0,75}} \quad \text{Eq. [16]}$$

em que PM_m = exigência de proteína metabolizável para manutenção (g/PC^{0,75}/dia), β_0 = intercepto da Eq. [15] e $PC^{0,75}$ = peso corporal em jejum metabólico médio (kg).

Os coeficientes β_0 e β_1 dos modelos apresentados na Eq. [14] e na Eq. [15] foram estimados pelo método da regressão ortogonal de Fuller (1987), que considera que ambas as variáveis do modelo possuem erros aleatórios. A fórmula de cálculo dos referidos coeficientes já foi apresentada na Eq. [12] e na Eq. [13].

A exigência de proteína metabolizável para ganho (PM_g) foi calculada dividindo-se as exigências líquidas de proteína para ganho (Eq. [6] ou Eq. [7]) pela eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho (β_1 da Eq. [14]).

Para estimar as exigências de manutenção de cada macroelemento mineral e, posteriormente, somá-las às exigências para ganho, no intuito de se obter as exigências dietéticas totais, foram adaptadas as recomendações do ARC (1980) e do NRC (1996) para as perdas endógenas de Ca, P, Mg, K e Na, e a biodisponibilidade destes elementos nos alimentos, segundo o ARC (1980) e o NRC (1996), conforme pode ser visualizado na Tabela 3.

Tabela 3 - Perdas endógenas totais diárias e biodisponibilidade de cálcio, fósforo, magnésio, sódio e potássio nos alimentos.

Elemento (kg)	Perdas endógenas	Biodisponibilidade (%)
Ca	15,4 mg/kg PC ¹	50 ¹
P	16 mg/kg PC ¹	68 ¹
Mg	3,0 mg/kg PC ¹	17 ²
Na	6,8 mg/kg PC	91 ²
K	Fecal – 2,6 g/kg MS consumida ^{2,3}	100 ²
	Urinária – 37,5 mg/kg PC	
	Salivar – 0,7 g/100 kg PC	
	Através da pele – 1,1 g	

¹Dados obtidos do NRC (1996).

²Dados obtidos do ARC (1980).

³CMS em %PC calculado para os animais deste experimento mediante a seguinte equação: CMS%PC = 2,34 – 0,00337 × PC + 0,892 × GMD.

A eficiência de utilização da energia metabolizável (EUEM) para manutenção (K_m) foi obtida a partir da relação entre as exigências líquidas e metabolizáveis de energia para manutenção (EL_m/EM_m) obtidas pelos modelos avaliados.

Foi avaliada a equação proposta por Marcondes (2010) para cálculo de K_m variável (Eq. [17]), de forma descritiva, utilizando-se os dados médios dos animais deste experimento para a variável GPCVZ e o valor de K_g obtido como sendo o coeficiente de inclinação (β_1) da regressão entre o CEM e a ER (Eq. [11]):

$$K_m = 0,513 + 0,173 \times K_g + 0,100 \times \text{GPCVZ} \quad \text{Eq. [17]}$$

em que K_m = eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção (%), K_g = eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho (%) e GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia).

A EUEM para ganho (K_g) foi considerada, inicialmente, como sendo o coeficiente de inclinação (β_1) da regressão entre o CEM e a ER (Eq. [11]). De modo alternativo, a K_g foi obtida a partir de um modelo que considera as eficiências parciais de utilização da energia

metabolizável para deposição de proteína (K_p) e gordura (K_f) e a proporção de energia retida como proteína (ERp), conforme sugerido por Tedeschi et al. (2004):

$$K_g = \frac{(K_f \times K_p)}{(K_p + ERp \times (K_f - K_p))} \quad \text{Eq. [18]}$$

em que K_g = eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho (%), ERp = porcentagem de energia retida como proteína (%), K_f = eficiência de utilização da energia metabolizável para deposição de gordura (%) e K_p = eficiência de utilização da energia metabolizável para deposição de proteína.

Para obtenção das eficiências parciais de utilização da energia metabolizável (K_f e K_p), foi utilizado o modelo proposto por Williams & Jenkins (2003):

$$CEM = \beta_0 + \beta_1 \times ER_{\text{prot}} + \beta_2 \times ER_{\text{gord}} \quad \text{Eq. [19]}$$

em que CEM = consumo de energia metabolizável (Mcal/PCVZ^{0,75}/dia), ER_{prot} = energia retida na forma de proteína (Mcal/PCVZ^{0,75}/dia), ER_{gord} = energia retida na forma de gordura (Mcal/PCVZ^{0,75}/dia) e β_0 , β_1 e β_2 são parâmetros da regressão.

No modelo acima, β_0 representa a energia metabolizável não utilizada para deposição de proteína ou gordura, sendo portanto considerada como energia metabolizável despendida para manutenção (EM_m , Mcal/PCVZ^{0,75}/dia), e os inversos de β_1 e β_2 ($1/\beta_1$ e $1/\beta_2$) correspondem aos valores de K_p e K_f , respectivamente.

Foi avaliado também, de forma descritiva, um dos modelos propostos por Marcondes (2010) para cálculo de K_g variável, sem a utilização das variáveis K_p e K_f :

$$K_g = \frac{0,327}{0,539 + ERp} \quad \text{Eq. [20]}$$

em que K_g = eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho (%) e ERp = energia retida na forma de proteína (%), calculada a partir da Eq. [9].

Os modelos lineares utilizados foram ajustados por intermédio do PROC REG do SAS e para os modelos não-lineares foi utilizado o PROC NLIN do SAS, sendo esses últimos ajustados pelo método de Gauss-Newton.

Para comparação de modelos foi utilizado o Critério de Informação de Akaike (AIC) que descreve o equilíbrio entre viés e variância na construção do modelo, ou ainda a precisão do modelo (Akaike, 1974), através do método de comparação sugerido por Motulsky & Christopoulos (2003).

Análise de variância foi utilizada para comparação entre os níveis de concentrado.

Para todos os testes foi utilizado 5% como nível crítico de probabilidade para verificar possível efeito de nível de concentrado e também para verificar a significância dos parâmetros dos modelos.

Resultados e Discussão

Peso de Corpo Vazio

O intercepto da regressão linear entre o PC e o PCVZ não foi diferente de zero ($P>0,05$). Dessa forma, os dados foram contrastados por meio de uma regressão linear sem intercepto, testando-se o efeito de tratamento. Não houve efeito de tratamento ($P>0,05$) e a equação obtida foi a seguinte:

$$\text{PCVZ} = 0,8941 (\pm 0,0035) \times \text{PC} \quad \text{Eq. [21]}$$

em que PCVZ = peso de corpo vazio em jejum (kg) e PC = peso corporal em jejum (kg).

A relação encontrada foi bastante próxima às reportadas pelo BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2006) e NRC (2000), de 0,896 e 0,891, respectivamente, embora o NRC (2000) tenha ressaltado que tal relação possa variar de 0,85 a 0,95. Chizzotti et al. (2008) realizaram meta-análise com um banco de dados de 389 animais zebuínos criados em condições brasileiras e apresentaram a equação: $\text{PCVZ} = 0,928 \times \text{PC} - 15,6$; e observaram também que o intercepto da relação não foi significativamente diferente de zero, muito próximo, portanto, ao obtido nesta pesquisa.

Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) entre as relações GPCVZ/GMD quando separadas por tratamento, sendo, portanto utilizada a relação média de 0,996. Resultado semelhante foi observado por Paulino et al. (2008), onde embora encontrassem diferenças entre as relações GPCVZ/GMD, a relação entre ambos foi mais próxima de 1 para fêmeas do que para machos inteiros ou castrados. O BR-CORTE (2006), NRC (2000) e Chizzotti et al. (2008) apresentam relações GPCVZ/GMD de 0,933; 0,951 e 0,961, respectivamente, como valores médios para todas as classes sexuais, valores estes inferiores em cerca de 3 a 6% ao valor obtido neste experimento.

Exigências de Energia para Manutenção

Adotando a metodologia proposta por Lofgreen & Garrett (1968), caracterizada nesse experimento como Método 1 para EL_m , o valor de EL_m obtido para fêmeas Nelore em crescimento foi de 77,58 Kcal/PCVZ^{0,75}/dia. Percebe-se que o valor obtido é bastante próximo do sugerido por Lofgreen & Garrett (1968) e adotado pelo NRC desde sua edição de 1976 (NRC, 2000; Johnson et al., 2003) de 77 Kcal/PCVZ^{0,75}/dia.

Para facilitar a comparação dos valores de EL_m , EM_m , K_g e K_m obtidos nesse experimento com os dados encontrados na literatura, foi construída uma tabela com os valores apresentados nos principais trabalhos encontrados na literatura e os respectivos métodos utilizados pelos autores para cálculo dos valores de EL_m e EM_m (Tabela 4).

Quando utilizado o método exponencial para cálculo da EL_m (Método 2), por meio da Eq. [10], foi obtido o seguinte modelo:

$$HP = 0,0851 \pm 0,0078 \times e^{(3,2897 \pm 0,3311 \times CEM)} \quad \text{Eq. [22]}$$

em que HP = produção de calor (Mcal/PCVZ^{0,75}/dia) e CEM = consumo de energia metabolizável (Mcal/PCVZ^{0,75}/dia).

Percebe-se que o valor encontrado para EL_m , de 85,1 Kcal/PCVZ^{0,75}/dia, foi superior em cerca de 9% ao valor obtido pelo Método 1 e superior também aos comumente encontrados na literatura (Tabela 4). Tedeschi et al. (2002) também encontraram valor maior de EL_m utilizando o método não linear em comparação ao Método 1, entretanto as diferenças foram menores do que as encontradas nesse experimento, conforme pode ser visto na Tabela 4. Variação semelhante também foi encontrada por Siqueira et al. (2007), que trabalharam com vacas de descarte e encontraram valor de EL_m de 93 Kcal/PCVZ^{0,75}/dia quando calculado pelo Método 2, contra 91,7 Kcal/PCVZ^{0,75}/dia para EL_m calculada pelo Método 1.

A diferença encontrada nos valores de EL_m entre os métodos pode ser explicada pela diferença na forma de cálculo dos mesmos. A logaritmização dos dados, que vem sendo usada desde que foi proposta por Lofgreen & Garrett (1968) lineariza a equação, gerando transformação dos dados. Transformações desse tipo são comuns em estudos com plantas (Finney, 1989), entretanto, para que fosse feita a logaritmização dos dados deveria assumir-se que os erros do conjunto de dados fossem multiplicativos, o que é inadequado, visto que erros são naturalmente aditivos, fato que torna essa transformação não segura do ponto de vista matemático, podendo incorrer-se estimativas inadequadas.

Tabela 4 – Valores de exigência de energia líquida para manutenção (EL_m , Kcal/PCVZ^{0,75}/dia), exigência de energia metabolizável para manutenção (EM_m , Kcal/PCVZ^{0,75}/dia), K_m e K_g de alguns estudos de exigências nutricionais encontrados na literatura, comparados aos dados obtidos nesse experimento.

Autores	Ano	EL_m^1			EM_m^1			n	K_m^2	K_g^3	Raça ⁴	Sexo ⁵
Dados desse experimento	-	77,6	1	111,8	1	19	69,0	38,1	N	F		
	-	85,1	2	130,9	2	19	65,0	-	N	F		
	-	-	-	119,7	3	19	-	-	N	F		
ARC ⁶	1980	80,3	-	-	-	-	-	-	BT	C F		
NRC ⁷	2000	77,0	1	-	-	208	-	-	BT	C F		
Moraes et al. ⁸	2009	69,3	1	108,8	3	27	64,0	26,0	N	M		
Sales et al. ⁸	2009	82,4	1	149,8	2	28	55,0	29,0	N	M		
Chizzotti et al.	2008	75,1	2	112,0	2	268	67,0	-	N	M C F		
Chizzotti et al.	2008	76,3	2	116,0	2	118	66,0	-	N × BT	M C		
Chizzotti et al.	2008	73,0	2	109,0	2	258	67,0	-	N × BT	M		
Chizzotti et al.	2008	75,4	2	108,0	2	24	70,0	-	N	F		
Chizzotti et al.	2008	76,7	2	110,0	2	103	69,0	-	N × BT	C		
Chizzotti et al.	2008	75,0	2	112,0	2	386	67,0	-	N × BT	M C F		
Siqueira et al	2007	91,7	1	124,4	2	36	73,7	39,0	N × BT	VD		
Siqueira et al	2007	93,0	2	143,6	3	36	64,8	39,0	N × BT	VD		
Freitas et al. (a, b)	2006	79,5	1	118,0 ¹⁰	1	72	67,0	40,0 ¹⁰	N × BT	M		
Valadares Filho et al.	2006	79,3	1	120,0	3	116	66,0	-	N	M		
Valadares Filho et al.	2006	76,9	1	119,5	3	59	64,0	-	N	C		
Valadares Filho et al.	2006	77,8	1	122,2	3	12	64,0	-	N	F		
Valadares Filho et al.	2006	78,5	1	123,9	3	187	63,0	-	N	M C F		
Valadares Filho et al.	2006	-	-	109,4	1	116	-	38,1	N	M		
Valadares Filho et al.	2006	-	-	109,8	1	59	-	39,6	N	C		
Valadares Filho et al.	2006	-	-	108,2	1	12	-	40,5	N	F		
Valadares Filho et al.	2006	-	-	108,4	1	187	-	38,4	N	M C F		
Paulino et al.	2004	74,5	1	113,0	1	19	66,0	37,7	N	M		
Tedeschi et al. ⁹	2002	69,2	1	107,0	3	12	64,7	38,8	N	M		
Tedeschi et al. ⁹	2002	70,1	1	111,0	3	12	63,3	36,7	N	M		
Tedeschi et al. ⁹	2002	77,2	1	118,0	3	24	65,6	45,9	N	M		
Tedeschi et al. ⁹	2002	77,2	1	112,0	3	48	68,8	49,7	N	C		
Tedeschi et al. ⁹	2002	78,2	2	119,0	2	24	-	-	N	M		
Tedeschi et al. ⁹	2002	78,2	2	113,0	2	48	-	-	N	C		
Silva & al.	2002a	83,7	1	132,9 ¹⁰	-	40	63,0	30,5 ¹¹	N	M		
Veloso et al. (a, b)	2002	76,4	1	112,3 ¹⁰	-	50	68,0	40,5 ¹¹	N × BT	M		
Veras et al.	2001	82,8	1	147,8	1	64	56,0	48,4	N × BT	M		

¹O valor a direita corresponde ao método utilizado pelos autores para cálculo da EL_m e da EM_m ;

²Obtido pela divisão da EL_m pela EM_m ;

³Considerado como o coeficiente de inclinação da relação entre o CEM e a ER (Eq. [11]);

⁴N = Nelore, BT = Bos taurus;

⁵F = fêmea, C = macho castrado, M = macho não-castrado, VD = vacas de descarte;

⁶Valor originalmente dado em Mj/dia e convertido para Kcal/kgPCVZ^{0,75}/dia;

⁷Valor adotado pelo NRC, desde a edição de 1984 até a edição de 2000;

⁸Experimentos conduzidos com animais em pastejo;

⁹Dados correspondentes a mais de um experimento, com animais de idades variáveis;

¹⁰Valor de K_m obtido com base na concentração de energia metabolizável da dieta e valor de EM_m obtido pelo valor de EL_m dividido por K_m ;

¹¹Valor de K_g obtido com base na concentração de energia metabolizável da dieta de acordo com o NRC (2000).

Analisando por este aspecto, a metodologia de logaritmização dos dados é imprópria, e seu uso só seria feito quando não houvesse disponibilidade de recursos computacionais que trabalhassem com modelos não lineares e com ajuste do modelo, como pelo método de Gauss Newton, por exemplo. Fato este ocorrido quando da publicação do trabalho que estabeleceu a metodologia de exigências líquidas para manutenção, por Lofgreen & Garrett (1968). Dessa forma, sugere-se que seja priorizada a utilização do Método 2 para EL_m , baseado na Eq. [10].

Percebe-se, porém, que para o caso deste estudo, o valor para EL_m encontrado pelo método não linear distancia-se dos normalmente sugeridos na literatura, ficando inclusive bastante acima do valor de taxa metabólica basal sugerido para mamíferos, de 69,0 Kcal/PCVZ^{0,75}/dia (Popzopko, 1971), do qual o valor das exigências líquidas para manutenção deveria ser próximo. Diante disso, foi feito um ajuste na forma de cálculo da EM_m pelo método não linear, conforme discutido mais adiante.

Existem relatos de que os requerimentos de energia para manutenção reduzam com a idade em bovinos (NRC, 2000). Chizzotti et al. (2008) realizaram uma meta-análise com um banco de dados atualizados sobre animais criados em condições brasileiras e encontraram o valor de 75,4 para fêmeas (n = 24) e 75 Kcal/kgPCVZ^{0,75}/dia (n = 389) com uma equação conjunta envolvendo machos não castrados, machos castrados e fêmeas. Considerando-se a diferença de idade, percebe-se que a EL_m calculada para os animais desse experimento foi 4 e 13% superior a encontrada por Chizzotti et al. (2008) (77,58 e 85,1 vs 75 Kcal/kgPCVZ^{0,75}/dia, respectivamente) que trabalharam com banco de dados contendo maioria de animais em terminação, condizendo dessa forma com o que foi observado por Carstens et al. (1989), que encontraram diminuição de 6% na EL_m de bovinos de 9 para 20 meses de idade.

O valor de EM_m calculado como o momento em que a ER é nula na Eq. [11], aqui descrito como Método 1 para EM_m , foi de 111,83 Kcal/kgPCVZ^{0,75}/dia. Já quando calculado pelo Método 2 para EM_m , tido como o valor de CEM que é igual à HP na Eq. [12], o valor de EM_m obtido foi de 130,89 Kcal/kgPCVZ^{0,75}/dia. Por fim, quando calculado pelo Método 3, baseado na relação do logaritmo da HP em função do CEM, o valor de EM_m obtido foi de 119,74 Kcal/kgPCVZ^{0,75}/dia.

Percebe-se grande variação no valor de EM_m em função do método utilizado. Chizzotti et al. (2008), utilizando dados de 24 fêmeas Nelore, oriundos de 3 experimentos, encontraram, por meio do Método 2, valor de $108 \text{ Kcal/kgPCVZ}^{0,75}/\text{dia}$ para EM_m . Esse valor é cerca de 17% inferior ao obtido com os animais desse experimento, quando utilizado o mesmo método. Há que se considerar, que conforme já salientado anteriormente, podem ter havido modificações na estrutura dos erros quando utilizado o método de linearização, fazendo com que houvesse, nesse caso, diferenças nos valores de EM_m encontrados. Tedeschi et al. (2002) e Siqueira et al. (2007) também observaram diferenças semelhantes quando utilizaram os métodos 2 e 3, embora há que se considerar que tais diferenças foram menores do que as aqui encontradas (119 vs $118 \text{ Kcal/kgPCVZ}^{0,75}/\text{dia}$ e $143,6$ vs $124,4 \text{ Kcal/kgPCVZ}^{0,75}/\text{dia}$, respectivamente).

Entretanto, quando comparados os valores obtidos nesse experimento para EM_m utilizando os Métodos 1 e 3 com os valores apresentados no BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2006) obtidos através dos mesmos métodos e utilizando dados de 24 fêmeas, observa-se que são próximos (Tabela 4), mostrando que os resultados encontrados são condizentes com os encontrados na literatura.

Conforme sugerem alguns autores (Tedeschi et al., 2002; Tedeschi et al., 2004; Chizzotti et al., 2008; Ferrell & Oltjen, 2008) o método exponencial (Método 2 para EL_m e EM_m , Eq. [12]) é mais adequado para estimar as exigências de energia para manutenção, em função de que a relação entre o CEM e a ER parece ser não linear, além do fato de haverem erros na matriz dos erros quando da logaritmização dos dados. Entretanto, no caso desse experimento, o valor obtido por este método parece ser biologicamente ilógico. Este fato pode ter acontecido em função de que para pequenos grupos de dados, o ajuste do modelo não linear pode se prejudicado, gerando valores diferentes, conforme também observado por Tedeschi et al. (2002) e Siqueira et al. (2007), e diferentemente dos resultados obtidos por Chizzotti et al. (2008).

Dessa forma, sugere-se aqui, a utilização do valor de $77,58 \text{ Kcal/kgPCVZ}^{0,75}/\text{dia}$ para EL_m , obtido pelo método logarítmico, uma vez que permite melhor cotejamento com os dados encontrados na literatura e parece ser biologicamente mais aceitável, embora cabe ressaltar os erros que podem ser gerados quando da utilização desse método. Sugere-se ainda, que seja utilizado o valor de EM_m de $119,74 \text{ Kcal/kgPCVZ}^{0,75}/\text{dia}$, obtido pelo método 3 para EM_m , que é oriundo da mesma equação de regressão que gerou o valor de EL_m pelo método 1 para EL_m .

Exigências de Proteína para Manutenção

A exigência de proteína líquida para manutenção (PL_m) encontrada foi de 1,63 g/PCVZ^{0,75}/dia, sendo esse valor o módulo do intercepto da regressão da proteína retida (PR) em função do CP_{met} (Eq. [14]), conforme a equação abaixo:

$$PR = -1,6251 \pm 0,5396 + CP_{met} \times 0,4207 \pm 0,0538 \quad \text{Eq. [23]}$$

em que PR = proteína retida (g/PCVZ^{0,75}/dia) e CP_{met} = consumo de proteína metabolizável (g/PCVZ^{0,75}/dia).

Esse valor é menor que aqueles sugeridos pelo BR-CORTE (2006) e pelo AFRC (1993) de 2,69 e 2,30 g/PCVZ^{0,75}, respectivamente, e próximo ao verificado por Chizzotti et al. (2008) para animais zebuínos puros e cruzados de 1,74 g/PCVZ^{0,75}.

Assumindo eficiência de utilização da proteína para manutenção de 0,667 (NRC, 2000) e convertendo-se o PCVZ para PC de acordo com a Eq. [21], o requerimento de proteína metabolizável (PM_m) para manutenção obtido para os animais desse experimento foi de 2,17 g/PC^{0,75}. Esse valor é bastante inferior aos recomendados pelo NRC (2000), de 3,8 g/PC^{0,75}, e pelo INRA (2007), de 3,25 g/PC^{0,75}, obtido por balanço de nitrogênio. Cabe ressaltar que esse método de cálculo da PL_m não considera as perdas de pêlos e descamação, e pode, portanto, subestimar as exigências de PL_m .

O valor de PM_m também foi calculado de acordo com o NRC (2000), através da Eq. [15] e Eq. [16], por meio da regressão entre o CP_{met} e o GMD (Figura 1), sendo obtido o seguinte modelo:

$$CP_{met} = 390,899 \pm 26,001 \times GMD + 197,652 \pm 21,859 \quad \text{Eq. [24]}$$

em que CP_{met} = consumo de proteína metabolizável (g/dia) e GMD = ganho médio diário (kg/dia).

Por meio da divisão do intercepto do modelo acima pelo peso metabólico médio dos animais (54,69 kg), obtiveram-se as exigências de PM_m , como sendo 3,61 g/PC^{0,75}, valor próximo ao recomendado pelo NRC (2000), de 3,8 g/PC^{0,75}. O valor recomendado pelo NRC (2000) foi obtido a partir de dados de 45 observações individuais envolvendo fontes protéicas diversas e animais em crescimento, através do trabalho de Wilkerson et al. (1993). Por meio do trabalho de Vêras et al. (2006), o BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2006)

recomenda o valor de $4,03 \text{ g/PC}^{0,75}$, superior em aproximadamente 10% ao valor de $3,61 \text{ g/PC}^{0,75}$ encontrado nesse experimento.

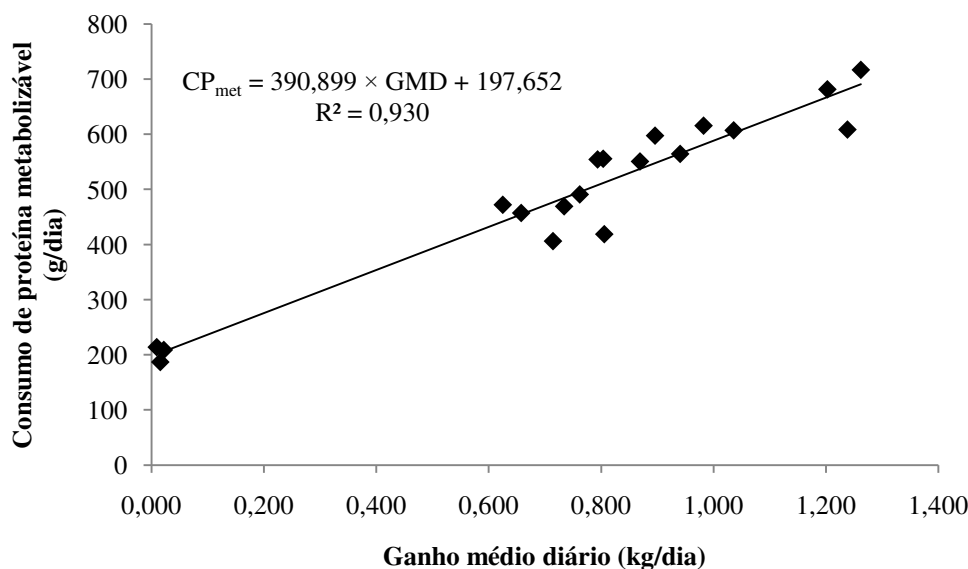


Figura 1 – Consumo de proteína metabolizável em função do ganho médio diário.

Em função do que foi contrastado com os resultados da literatura, que são bastante variáveis para exigências de PM_m , sugere-se a utilização do valor de PM_m de $3,61 \text{ g/PC}^{0,75}$ para fêmeas Nelore em crescimento, obtido nesse experimento de acordo com o método utilizado pelo NRC (2000).

Exigências de Energia Líquida para Ganho

A equação obtida que descreve o conteúdo corporal de energia em função do aumento do PCVZ foi a seguinte:

$$CE = 0,0742 \pm 0,0344 \times PCVZ^{1,6441 \pm 0,0846} \quad \text{Eq. [25]}$$

em que CE = conteúdo energético (Mcal) e PCVZ = peso de corpo vazio (kg).

Percebe-se aumento exponencial da concentração energética, que ocorre em função de aumento na proporção de gordura no corpo do animal com aumento do PCVZ. A partir da derivada do modelo acima, podem ser calculadas as exigências líquidas de energia (ER) por kg de ganho de PCVZ (ARC, 1980), conforme o modelo abaixo:

$$ER = 0,0742 \times 1,6441 \times PCVZ^{0,6441} \quad \text{Eq. [26]}$$

em que ER = energia retida ou requerimento de energia líquida (Mcal/dia) e $PCVZ^{0,75}$ = peso de corpo vazio metabólico (kg).

Além da equação acima, foi também ajustada uma equação de regressão entre a energia retida em função do GPCVZ para determinado $PCVZ^{0,75}$, o modelo obtido para avaliação da ER foi o seguinte:

$$ER = 0,0701 \pm 0,0032 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,1216 \pm 0,1732} \quad \text{Eq. [27]}$$

em que ER = energia retida ou requerimento de energia líquida (Mcal/dia), $PCVZ^{0,75}$ = peso de corpo vazio médio metabólico (kg) e GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia).

Para melhor visualização, o modelo obtido foi contrastado por meio do modelo obtido por Chizzotti et al. (2008) para fêmeas Nelore ($ER = 0,0700 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,070}$) e com o modelo recomendado pelo NRC (2000) para fêmeas ($ER = 0,0749 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,097}$), conforme pode ser observado na Figura 2. Foi utilizado um valor de GPCVZ de 0,891 kg/dia, que foi o ganho médio obtido pelos animais deste experimento.

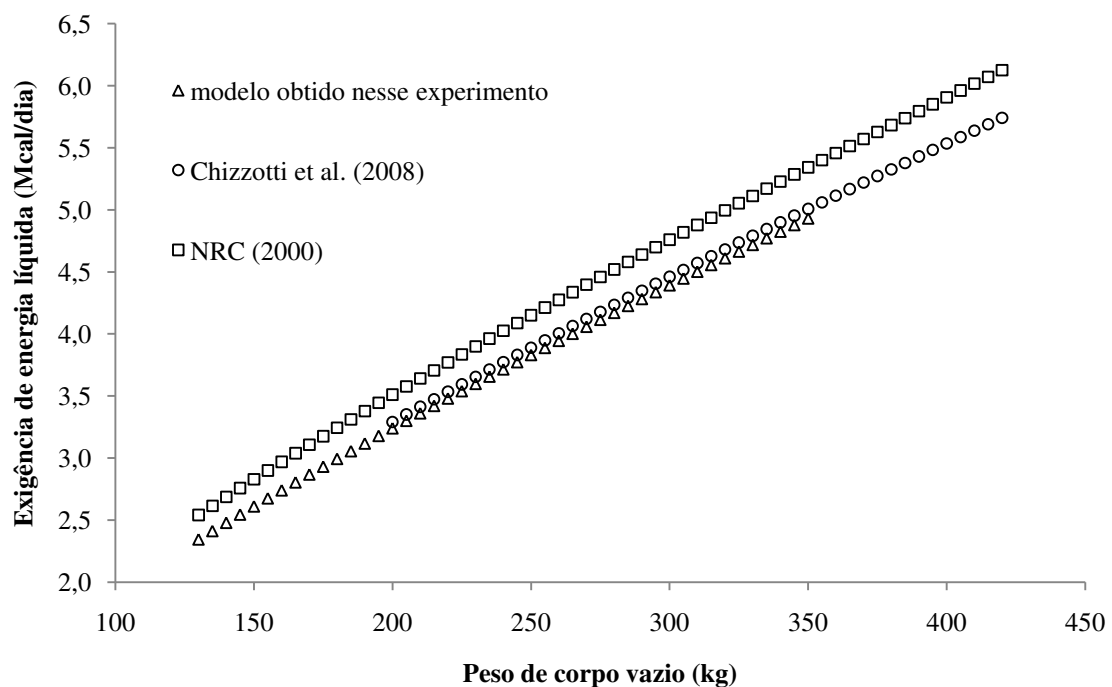


Figura 2 – Comparações de diferentes modelos de predição das exigências de energia líquida para ganho de fêmeas bovinas.

O valor do intercepto obtido neste experimento é praticamente igual ao obtido por Chizzotti et al. (2008) para fêmeas Nelore, demonstrando que os valores obtidos estão condizentes com os já existentes na literatura, e fazendo com que, no caso de GPCVZ de 1kg/dia, os dados gerados com o modelo construído neste experimento praticamente se igualariam aos do modelo de Chizzotti et al. (2008) na Figura 2. Quando comparado ao intercepto da equação do NRC (2000) para exigências líquidas para ganho de fêmeas *Bos taurus* ($0,0635 + 18\% = 0,0749$), percebe-se que o valor obtido com fêmeas zebuínas ($0,0701$) é cerca de 6% menor, sugerindo que a exigência de energia líquida para ganho de fêmeas zebuínas é menor do que as taurinas. Vale ressaltar que o NRC (2000) recomenda um acréscimo de 18% na exigência de fêmeas em relação à machos castrados, para os quais a equação original é $ER = 0,0635 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,097}$.

O expoente do GPCVZ obtido (1,1216) foi numericamente maior do que o obtido por Chizzotti et al. (2008) (1,070). Isto mostra que de acordo com os dados deste experimento, a ER aumenta de forma mais acentuada com o aumento do GPCVZ em comparação ao modelo de Chizzotti et al. (2008) para ganhos acima de 1 kg, e reduz de forma mais acentuada para ganhos abaixo de 1 kg. Esse valor pode sugerir uma maior deposição de energia com o aumento do GPCVZ para os animais deste experimento, indicando uma variação na deposição de tecidos em função da taxa de ganho conforme também sugerido por Garrett (1980b). Cabe, entretanto, ressaltar que trata-se apenas de uma tendência, uma vez que o número de animais com ganho acima de 1 kg/dia nesse experimento foi pequeno.

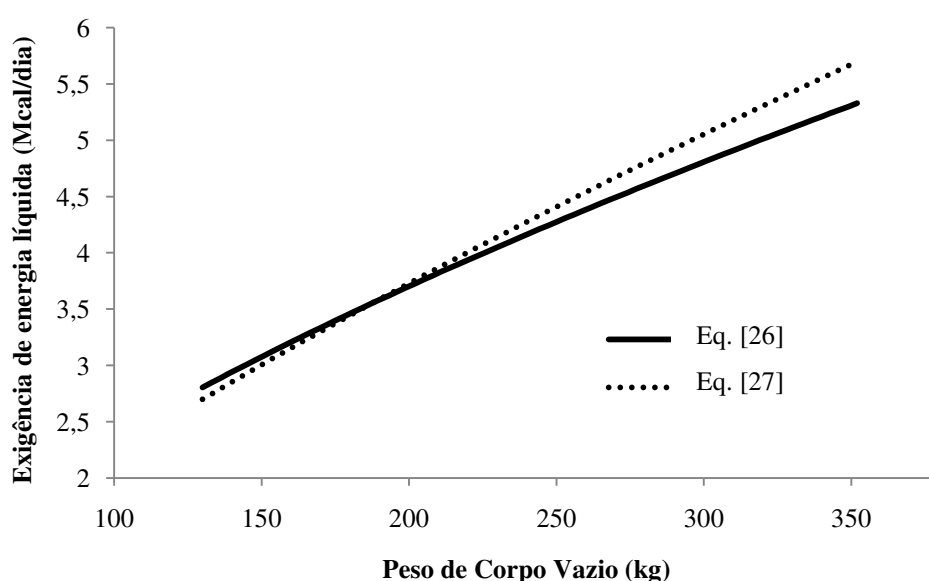


Figura 3 – Comparação dos dois modelos de determinação da ER.

Existem diferenças nos dois modelos gerados para cálculo da ER (Eq. [26] e Eq. [27]), conforme pode ser visto na Figura 3, construída utilizando-se um valor de GPCVZ de 1 kg/dia. Essas diferenças existem pelo fato de que o modelo gerado pela Eq. [26] não considera as variações de energia retida obtida quando ocorrem diferentes níveis de GPCVZ. Variações essas, que são consideradas no modelo gerado pela Eq. [27]. Em virtude disto, recomenda-se aqui utilizar o modelo apresentado na Eq. [27] que é normalmente utilizado (NRC, 2000, Valadares Filho et al., 2006) e também recomenda-se aqui a sua utilização para fêmeas Nelore em detrimento ao modelo apresentado Eq. [26].

A proporção de energia retida na forma de proteína (ERp) foi estimada, inicialmente, segundo o modelo exponencial (Tedeschi et al., 2002) apresentado na Eq. [8], gerando a seguinte equação:

$$\%ERp = -12,16 + 121,88 \times e^{-0,3203 \times \frac{ER}{GPCVZ}} \quad \text{Eq. [28]}$$

em que %ERp = porcentagem de energia retida na forma de proteína (%), ER = energia retida (Mcal/dia) e GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia).

De modo alternativo, a ERp foi estimada de acordo com Marcondes (2010), mediante o modelo potencial apresentado na Eq. [9], gerando a seguinte equação:

$$\%ERp = 1,6589 \times \left(\frac{ER}{GPCVZ} \right)^{-1,4620} \quad \text{Eq. [29]}$$

em que %ERp = porcentagem de energia retida na forma de proteína (%), ER = energia retida (Mcal/dia) e GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia).

O valor de %ERp é diretamente correlacionado com a eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho e pode ser usado em modelos para conversão de energia líquida para energia metabolizável (Williams & Jenkins, 2003; Tedeschi et al., 2004). Geay (1984) relatou que %ERp foi maior para touros do que fêmeas, provavelmente por causa de maior teor de proteína no ganho.

Chizzotti et al. (2008) não observaram diferenças entre classe sexual e geraram um modelo para descrever %ERp de machos inteiros, castrados e fêmeas, zebuínos, criados em condições brasileiras ($\%ERp = 10,1 + 166,7 \times e^{(-0,660 \times ER/GPCVZ)}$) com base no trabalho de Tedeschi et al. (2002), utilizando um modelo exponencial. Marcondes (2010), trabalhando com modelo potencial para ERp e com base num banco de dados contendo 752 animais criados em condições brasileiras também não observou diferenças entre classes sexuais e nem entre animais Nelore e seus cruzados ($\%ERp = 1,1404 \times (ER/GPCVZ)^{-1,137}$)

Os modelos gerados a partir dos dados desse experimento assemelham-se aos modelos encontrados na literatura (Figura 4) com destaque apenas para maior diferença do modelo exponencial gerado com base nos dados desse experimento em situações de alta concentração energética no ganho. Nessas situações, fêmeas parecem depositar menor proporção de proteína do que machos, visto que os modelos de Chizzotti et al. (2008) e Marcondes (2010) foram construídos a partir de bancos de dados com grande maioria de machos e, dessa forma, concordando com o que foi observado por Geay (1984).

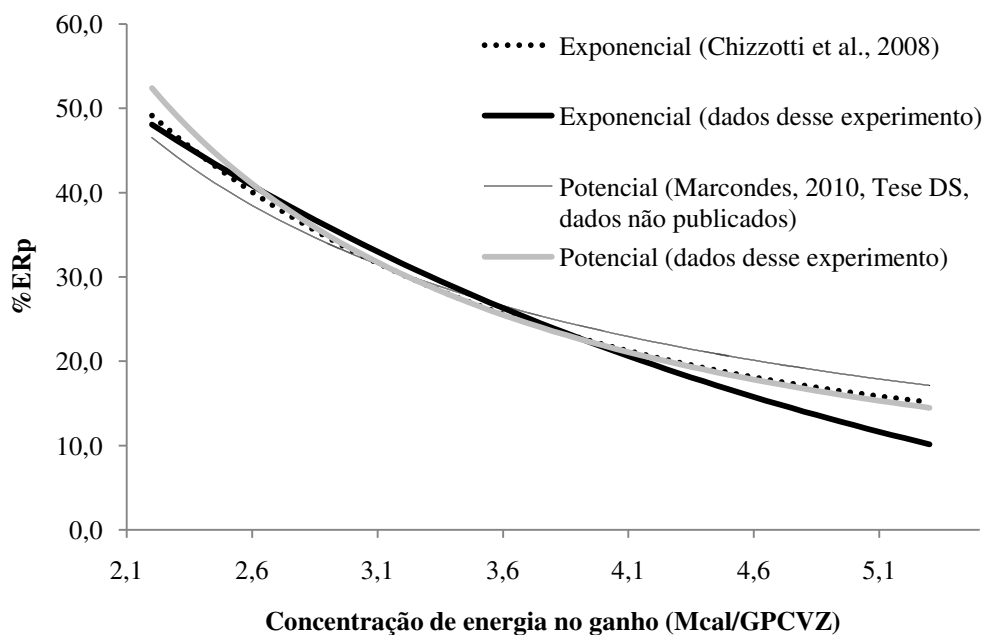


Figura 4 – Comparação de modelos de determinação da composição do ganho.

Como ambos os modelos (Eq. [28] e Eq. [29]) para ERp foram gerados a partir da mesma base de dados, os mesmos foram comparados pelo Critério de Informação de Akaike (AIC) que descreve o equilíbrio entre viés e variância na construção do modelo, ou ainda a precisão do modelo (Akaike, 1974), através do método de comparação preconizado por Motulsky & Christopoulos (2003).

Os resultados da comparação apontam melhor precisão do modelo exponencial (AIC = -95,8 versus -94,5), diferentemente do que foi encontrado por Marcondes (2010), que também testou dois modelos do mesmo tipo e encontrou melhor precisão para o modelo potencial. Dessa forma, recomenda-se a utilização do modelo descrito na Eq. [28] para estimar a %ERp de fêmeas Nelore em crescimento.

Exigências de Proteína para Ganho

Inicialmente, foi construída uma equação de conteúdo corporal de proteína bruta (CCPB) em função do PCVZ, utilizando-se todos os animais do experimento:

$$\text{CCPB} = 0,2889 \pm 0,0828 \times \text{PCVZ}^{0,9062 \pm 0,0531} \quad \text{Eq. [30]}$$

em que CCPB = conteúdo corporal de proteína bruta (kg) e PCVZ = peso de corpo vazio (kg).

Por meio da derivada do modelo acima, foram estimadas as exigências líquidas de proteína para ganho de peso (PR), de acordo com a Eq. [4], gerando a seguinte equação:

$$\text{PR} = 0,2618 \times \text{PCVZ}^{-0,0938} \quad \text{Eq. [31]}$$

em que PR = requerimento líquido de proteína para ganho (kg/GPCVZ) e PCVZ = peso de corpo vazio (kg).

A PR se reduz à medida que o PCVZ dos animais se amplia, devido à maior concentração de gordura, em detrimento à de proteína, caracterizando menor ganho de proteína por kg de GPCVZ. Segundo Grant & Helferich (1991), isto se deve à desaceleração do crescimento muscular e ao desenvolvimento mais rápido do tecido adiposo para reservas corporais, com a elevação do peso do animal.

As exigências de PR foram também estimadas conforme preconizado pelo NRC (2000), de acordo com a Eq. [6]. O intercepto da regressão não foi significativo ($P > 0,05$) e a equação obtida foi a seguinte:

$$\text{PR} = 276,98 \times \text{GMD} - 32,10 \times \text{ER} \quad \text{Eq. [32]}$$

em que PR = proteína retida (g/dia), GMD = ganho médio diário em jejum (kg/dia) e ER = energia retida (Mcal/dia).

A não significância do intercepto na equação gerada demonstra que toda influência sobre a PR pôde ser descrita pelo GMD e pela ER. De acordo com Geay (1984), a proporção de proteína no ganho cai linearmente com o aumento da deposição de energia. O BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2006) utiliza modelo semelhante ao da Eq. [32], para avaliar a exigência de PR de fêmeas, porém, com a inclusão de intercepto ($\text{PR} = 26,81 + 163,87 \times \text{GMD} - 16,48 \times \text{ER}$). A utilização de intercepto no modelo não tem significado biológico, uma vez que para GMD igual a zero, a ER e a PR também devem ser iguais a zero. O maior

valor dos parâmetros da Eq. [32] em relação à equação do BR-CORTE parece estar relacionado ao fato de os animais utilizados neste experimento terem sido mais jovens do que os do banco de dados utilizado pelo BR-CORTE. Fox & Black (1984) apresentaram modelos de crescimento de tecidos que mostram que alterações nas curvas de crescimento ocorrem de forma mais pronunciada em animais na fase de crescimento. Porém, o maior valor dos parâmetros também pode ser fruto da não significância do intercepto, o que faz com que o valor dos parâmetros seja provavelmente maior.

Alternativamente foram estimadas as exigências de PR por um modelo envolvendo a concentração de energia do ganho e no GPCVZ, baseado no NRC (1984), conforme a seguinte equação:

$$PR = GPCVZ \times (256,0 - 25,71 \times \frac{ER}{GPCVZ}) \quad \text{Eq. [33]}$$

em que PR = proteína retida (g/dia), GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia) e ER = energia retida (Mcal/dia).

O modelo desenvolvido para estimar as exigências de PR (Eq. [33]) é bastante semelhante ao apresentado pelo NRC (1984), e que é também utilizado pelo NRC (2000): $PR = GMD \times (268 - 29,4 \times ER/GMD)$, visto que a diferença entre GMD e GPCVZ para esse experimento foi pequena. Chizzotti et al. (2008) utilizaram um modelo semelhante ao apresentado na Eq. [33] para descrever as exigências de machos inteiros, castrados e fêmeas criados em condições brasileiras, sem encontrar diferenças entre ambos: $PR = GMD \times (217 - 12,8 \times ER/GMD)$. Pode-se observar que o modelo construído neste experimento apresenta variações mais bruscas nos valores de PR do que o modelo de Chizzotti et al. (2008), percebidas pelas diferenças nos valores dos parâmetros das equações. Este fato pode ser consequência de uma variação mais pronunciada na deposição de tecidos nos animais em crescimento (Fox & Black, 1984) em relação a animais em terminação, visto que o banco de dados utilizado por Chizzotti et al. (2008) apresentou grande proporção de animais em fase de terminação.

Sugere-se que sejam utilizadas as Eq. [32] e Eq. [33] para descrever as exigências de proteína líquida para ganho de fêmeas Nelore, em detrimento ao modelo apresentado na Eq. [31], por considerarem a diminuição da proporção de proteína retida com o aumento da retenção de energia e também, por serem utilizados valores de proteína retida para diferentes faixas de GPCVZ. Os modelos das Eq. [32] e Eq. [33] não foram comparados estatisticamente por se basearem em variáveis independentes, uma vez que um utiliza o

GMD e outro o GPCVZ. Assim sendo, indica-se a utilização da Eq. [32] quando da disponibilidade apenas dos valores de GMD e da Eq. [33] quando houver a disponibilidade dos valores de GPCVZ.

Para conversão das exigências líquidas de proteína (PR), em exigências de proteína metabolizável (PM) para ganho, deve-se dividir o valor de PR pela eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho, que nesse experimento foi de 0,42 (inclinação da Eq. [23]). De acordo com Oldham (1987), a eficiência de uso da proteína metabolizável é baseada no valor biológico da proteína e na 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.

O AFRC (1993) preconizou a eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho de peso em 0,59. Já o NRC (2000), baseado no trabalho de Wilkerson et al. (1993), preconizou que a eficiência de conversão da PR em PM decresce com o aumento do peso do animal em função da diminuição da deposição de proteína. Com base nisso, o NRC (2000) sugeriu, para animais menores de 300 kg, equação variável para definir a eficiência de conversão da PR em PM: $(PR/PM = 83,4 - (0,114 \times EQPCVZ))$, onde EQPCVZ = peso de corpo vazio equivalente, que é um valor de PCVZ corrigido para um mesmo conteúdo de gordura corporal, sugerido pelo NRC (2000). Utilizando-se o PCVZ no lugar do EQPCVZ, pela equação do NRC (2000), a eficiência de conversão de PR em PM para os animais desse experimento seria em média de 0,56, valor muito superior ao valor estimado de 0,42. Marcondes (2010) trabalhando com machos castrados Nelore e cruzados em terminação encontraram eficiência de conversão de PR em PM de 0,38, menor do que o valor encontrado neste experimento e, concordando portanto, com as informações do NRC (2000), de que essa eficiência decresce com o aumento do peso do animal.

Os trabalhos realizados no Brasil normalmente são realizados com animais com peso médio superior a 300 kg e, portanto, não foi encontrado na literatura nacional nenhum trabalho com animais em crescimento que possibilitasse a comparação com os dados obtidos neste experimento para eficiência de uso da proteína metabolizável para ganho.

Eficiência de Utilização da Energia Metabolizável para Manutenção e Ganho

Tão importante quanto a quantificação das exigências nutricionais é a determinação da eficiência de utilização dos nutrientes pelos animais e os fatores que a alteram. Os principais

sistemas de exigências nutricionais (NRC, 2000; ARC, 1980; AFRC, 1993; CSIRO, 2007) separam a eficiência de utilização da energia metabolizável em eficiência de utilização da energia para manutenção (K_m) e eficiência de utilização da energia para ganho (K_g).

Ao dividir-se o valor de EL_m pelo valor de EM_m , encontrados pelos diferentes métodos utilizados para cálculo de ambos, obtiveram-se os valores de K_m para cada método utilizado, como sendo 0,69 quando EL_m e EM_m foram calculadas seguindo a metodologia de Lofgreen & Garrett (1968), de 0,65 quando calculados pelo método não linear (Eq. [10]), e também de 0,65 quando utilizado o valor de EL_m^1 dividido pelo valor de EM_m^4 . Percebe-se, através da Tabela 4, que esses valores estão dentro da faixa dos valores normalmente encontrados na literatura e que o valor de K_m normalmente apresenta poucas variações entre experimentos, sendo que as variações existentes não se relacionam com características de classe sexual e raça. Ferrell & Jenkins (1998) avaliaram taurinos e seus cruzados e sugeriram que o valor de K_m fique entre 0,65 e 0,69, mesmos valores encontrados neste experimento.

Garrett (1980a) apontou que vários fatores podem alterar o K_m , como a proporção de ácidos graxos voláteis absorvidos, o nível de fibra dietética, o nível de consumo de EM, turnover protéico, entre outros. O autor ainda explicou que a síntese e degradação protéica poderiam explicar diferenças entre K_m de animais *Bos taurus* e *Bos indicus* e entre raças que são terminadas com maior e menor peso. Em sistemas como o AFRC (1993), o NRC (2000) e o CSIRO (2007) utiliza-se a metabolizabilidade da dieta para definir o valor de K_m . Até o momento não foram encontrados trabalhos nacionais que elaborassem modelos para consideração de um K_m variável. Valadares Filho et al. (2009) destacaram que grande desafio para os avanços na determinação da eficiência de utilização da energia metabolizável reside em determinar um K_m variável capaz de promover ajustes em função de diferentes dietas que notadamente impactam diretamente essa eficiência de conversão.

Cabe ressaltar-se, porém, que de acordo com os métodos utilizados para cálculo da EL_m e da EM_m podem haver variações no valor de K_m , o que poderia não tornar visíveis possíveis variações decorrentes de diferenças na dieta, por exemplo. Garrett & Johnson (1983) relataram que as diferenças na eficiência de utilização da EM são mais pronunciadas para eficiência de ganho do que para eficiência de manutenção, quando baseadas na produção de propionato proporcionada pela dieta, contribuindo para o fato de que o método utilizado para EL_m e EM_m pode gerar confusão sobre as estimativas de K_m .

O modelo de Marcondes (2010) para cálculo de uma K_m variável (Eq. [17]) apresentou estimativa dos valores de K_m semelhante à obtida com neste experimento, analisando de

forma descritiva, com valores que variaram de 0,63 a 0,71 e com uma média de 0,67. Estes valores ficam bastante próximos da faixa sugerida por Ferrell & Jenkins (1998) e dos valores estáticos calculados, que foram de 0,65 e 0,69, dependendo do método utilizado. A literatura carece de propostas para modelagem da K_m e, ao que tudo indica, o modelo de Marcondes (2010) parece ter boa aplicabilidade, embora não pudesse ser avaliado de forma estatística, pois seria necessária a implementação de um experimento para este fim.

Assim como para o valor de K_m , na maioria dos trabalhos nacionais tem-se estimado valores estáticos de K_g . O BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2006) calculou, através do coeficiente de inclinação da regressão linear entre a ER e o CEM (β_1 da Eq. [11]), dois valores de K_g , de acordo com o nível de concentrado na dieta dos animais, sendo 0,355 para animais com menos de 50% de concentrado na dieta, e 0,468 para animais recebendo mais de 50% de concentrado na dieta. Pelo mesmo método, a K_g calculada para os animais deste experimento foi de 0,38 (Figura 5), ficando próxima ao valor calculado pelo BR-CORTE, visto que os animais deste experimento receberam 22,5 e 45% de concentrado na dieta.

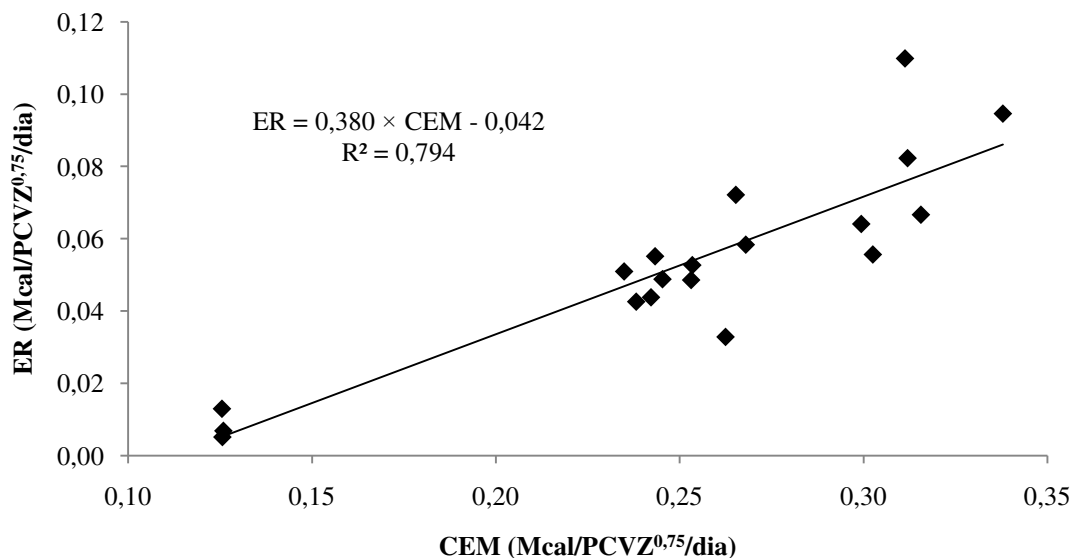


Figura 5 - Energia retida em função do consumo de energia metabolizável.

Geay (1984) relatou que as eficiências de deposição de gordura e proteína são diferentes e, portanto, proporções diferentes de proteína e gordura no ganho poderiam alterar a eficiência de utilização de energia metabolizável para ganho. Diante disso, ao invés de K_g fixa, alguns autores (Williams & Jenkins, 2003; Tedeschi et al., 2004) propuseram o uso de K_g variável, dependente da proporção de energia retida como proteína e das eficiências de deposição de energia na forma de gordura (K_f) e de proteína (K_p), apresentado na Eq. [18].

Por meio do modelo proposto por Williams & Jenkins (2003) (Eq. [19]), foram calculados os valores de K_f e K_p , como sendo $K_f = 0,827$ (1/1,2090) e $K_p = 0,25$ (1/4,0059), oriundos do seguinte modelo:

$$CEM = 0,1551 + 4,0059 \times ER_{\text{prot}} + 1,2090 \times ER_{\text{gord}} \quad \text{Eq. [34]}$$

em que CEM = consumo de energia metabolizável (Mcal/PCVZ^{0,75}/dia), ER_{prot} = energia retida na forma de proteína (Mcal/PCVZ^{0,75}/dia) e ER_{gord} = energia retida na forma de gordura (Mcal/PCVZ^{0,75}/dia).

Existem vários trabalhos em que se demonstra que o valor de K_f é superior ao de K_p , sendo alguns destes produzidos a partir de dados de animais em criadouros em condições brasileiras. Paulino et al. (2007) encontraram K_f de 0,77 e K_p de 0,21, trabalhando com um grupo de 185 animais. Por outro lado, Chizzotti et al. (2008) encontraram, através de conjunto de dados formado a partir de 16 experimentos, com 389 animais, K_f de 0,79 e K_p de 0,34. Em relação a animais taurinos, Geay (1984) sugeriu valores de 0,20 e 0,75 para K_p e K_f , respectivamente, sendo esse valor adotado por vários autores, enquanto que o CSIRO (2007) adota um valor de 0,45 para K_p e 0,75 para K_f .

Percebe-se maior variação nos valores de K_p e pouca variação nos valores de K_f . Tedeschi et al. (2004) salientaram que a maior eficiência para deposição de gordura ocorre em função da mesma ser depositada a partir de excesso de gordura ingerida ou sintetizada a partir de carboidratos ou proteínas, enquanto que a deposição de proteína é menos eficiente energeticamente principalmente em função das grandes taxas de síntese e degradação protéica, e que por esse mesmo motivo, pode ser variável em função do estágio fisiológico do animal (Chizzotti et al., 2008).

A partir dos valores de K_f e K_p obtidos e do modelo construído para %ERp (Eq. [28]), foi desenvolvido, a partir do modelo de Tedeschi et al. (2004) (Eq. [18], repetida abaixo), estimou-se K_g variável para animais em crescimento, como:

$$\text{Eq. [18]} \rightarrow K_g = \frac{(K_f \times K_p)}{(K_p + ER_p \times (K_f - K_p))}$$

$$K_g = \frac{0,2065}{0,25 + 0,578 \times ER_p} \quad \text{Eq. [35]}$$

em que K_g = eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho e ER_p = fração de energia retida na forma de proteína.

Ao utilizarem-se valores médios dos animais deste experimento no modelo acima, obtém-se um valor de K_g superior ao valor encontrado a partir da inclinação da regressão entre a ER e o CEM (0,51 vs 0,38). Esse valor de K_g gerado poderia estar superestimado quando comparado aos valores normalmente encontrados na literatura (Tabela 4). Esse fato também foi constatado por Marcondes (2010). A partir de um valor maior de K_g , a estimativa das exigências diárias de NDT poderia ser subestimada.

Entretanto, há que se considerar o método utilizado para o cálculo da K_g , que se baseia em preceitos diferentes do método da inclinação da regressão entre a ER e o CEM. No modelo descrito na Eq. [34], o intercepto da equação é considerado o calor produzido que não é utilizado para deposição de gordura e proteína e sendo, portanto, considerado a EM_m (nesse caso = $155,1 \text{ Kcal/PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$). Entretanto, não há relatos na literatura de autores que utilizaram esse método para estimar a EM_m , sendo que todos consideram esse valor irreal e superestimado para EM_m . Porém, percebe-se, que o que ocorre é apenas uma mudança na partição da produção de calor, em função do modelo utilizado para determinação de EM_m e da K_g . Valores maiores de K_g e um valor maior de EM_m , como nesse caso, tendem a equilibrar a estimativa de CEM. Esse fato é simples de ser compreendido, pois o valor de $155 \text{ Kcal/PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$ para EM_m e o modelo de K_g descrito na Eq. [35] são gerados a partir do modelo apresentado na Eq. [34].

Isso leva a inferir que, quando utilizado o modelo de Tedeschi et al. (2004) para estimar a K_g , a exigência de EM_m deve ser obtida do mesmo modelo de onde foram obtidos os valores de K_f e K_p a serem utilizados no modelo de Tedeschi et al. (2004) para cálculo da K_g variável. Em função disso, a utilização de valores fixos para K_f e K_p , como os encontrados na literatura, por exemplo, pode levar a erros as estimativas finais de CEM, uma vez que o K_f e K_p costumam variar em função de fatores como o peso do animal e a taxa de ganho de peso (Williams & Jenkins, 2003).

O modelo apresentado por Marcondes (2010) para cálculo de K_g variável sem a utilização das variáveis K_f e K_p (Eq. [20]), apresentou estimativa adequada da K_g , com uma K_g média de 0,40, utilizando-se para cálculo os valores de %ERp obtidos através da Eq. [29]. Este valor é semelhante à K_g fixa, de 0,38, calculada pela inclinação da regressão entre o CEM e a ER (Figura 5). O modelo parece ter aplicabilidade adequada, pois permite estimativas variáveis da K_g de forma simples, com base somente na composição do ganho. Entretanto, ressalta-se, que de acordo com o que foi discutido anteriormente, esse modelo deve ser usado em conjunto com um valor de EM_m oriundo dos métodos tradicionais ou do

modelo para K_m preconizado também pelos mesmos autores (Eq. [17]), uma vez que para o desenvolvimento do modelo de K_g mencionado, Marcondes (2010) utilizou valores de K_g fixos de vários experimentos, oriundos da inclinação da regressão entre CEM e ER.

Exigências Líquidas de Macrominerais para Ganho

As equações alométricas de predição do conteúdo de cada elemento macromineral no corpo vazio de fêmeas Nelore em crescimento em função do PCVZ foram as seguintes:

$$Ca = 0,2249 \times PCVZ^{0,5528} \quad \text{Eq. [36]}$$

$$P = 0,1192 \times PCVZ^{0,5835} \quad \text{Eq. [37]}$$

$$Mg = 0,00498 \times PCVZ^{0,5497} \quad \text{Eq. [38]}$$

$$Na = 0,00333 \times PCVZ^{0,8383} \quad \text{Eq. [39]}$$

$$K = 0,00434 \times PCVZ^{0,8268} \quad \text{Eq. [40]}$$

em que Ca, P, Mg, Na e K = conteúdo mineral no corpo vazio do animal (kg) e PCVZ = peso de corpo vazio (kg).

A partir das derivadas das equações acima, foram construídas equações para determinação das exigências líquidas de macrominerais para fêmeas Nelore em crescimento por kg de GPCVZ:

$$Ca = 124,3 \times PCVZ^{-0,4472} \quad \text{Eq. [41]}$$

$$P = 69,6 \times PCVZ^{-0,4165} \quad \text{Eq. [42]}$$

$$Mg = 2,74 \times PCVZ^{-0,4503} \quad \text{Eq. [43]}$$

$$Na = 2,79 \times PCVZ^{-0,1617} \quad \text{Eq. [44]}$$

$$K = 3,59 \times PCVZ^{-0,1732} \quad \text{Eq. [45]}$$

em que Ca, P, Mg, Na e K = requerimentos líquidos para ganho de cada macroelemento mineral (g/kgGPCVZ) e PCVZ = peso de corpo vazio (kg).

Os valores negativos dos expoentes do PCVZ nas equações acima indicam que há diminuição das exigências líquidas para ganho de um kg de PCVZ para todos os macroelementos minerais estudados, conforme se aumenta o peso do animal, ocorrendo de forma mais acentuada para o Ca, P e Mg. Essa diminuição se dá em função da diminuição da deposição de tecido ósseo com o aumento do peso do animal, uma vez que é esse o tipo de tecido que representa a maioria do conteúdo mineral disponível no corpo do animal, principalmente para os macroelementos onde ocorreu a redução de forma mais acentuada,

como o Ca, P e Mg. Tendência semelhante a essa foi relatada também por vários autores (Paulino et al., 1999; Lana et al., 1992; Silva et al., 2002b; Veloso et al., 2002c; Paulino, 2006; Chizzotti et al., 2009).

Quando comparados os modelos acima gerados com os modelos apresentados pelo BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2006), nota-se uma diferença de cerca de 15% nos requerimentos líquidos calculados para o macroelemento cálcio, sendo que para os demais macroelementos a diferença encontrada é de menos de 10%. Quando a comparação é feita em relação aos modelos gerados por Chizzotti et al. (2009), que trabalharam com animais cruzados Nelore × Angus machos inteiros, castrados e fêmeas, percebe-se que os resultados gerados são similares. Chizzotti et al. (2009) não encontraram diferenças para os requerimentos de macrominerais entre classes sexuais, embora supõe-se que a diferença observada para cálcio nesse experimento em relação ao BR-CORTE seja em função do banco de dados utilizado pelo BR-CORTE, que era composto na grande maioria por machos. Em função de atingirem a maturidade com pesos mais elevados, os machos mantêm maior deposição de tecido ósseo, e por consequência de cálcio, por período mais longo, fazendo com que para faixas de peso nas quais fêmeas estejam próximas da maturidade e depositando mais gordura e menos mineral, os machos ainda estejam depositando quantidade significativa de cálcio.

Resumo das Equações Geradas e Cálculo das Exigências Nutricionais

A partir do resumo das equações geradas neste trabalho, apresentadas na Tabela 5, estimaram-se os requerimentos nutricionais de energia, proteína e macrominerais (Ca, P, Mg, Na e K) para fêmeas Nelore de vários pesos corporais. As exigências dietéticas de energia e proteína metabolizável são apresentadas nas Tabela 6 e Tabela 7, respectivamente.

A partir das equações para quantificação dos requerimentos líquidos de macroelementos minerais (Eq. 43 a 47), da relação PC/PCVZ de 0,8941, das perdas endógenas totais diárias e da biodisponibilidade de cálcio, fósforo, magnésio, sódio e potássio (Tabela 3) foram calculadas as exigências dietéticas desses macroelementos para fêmeas Nelore em crescimento com pesos corporais e várias faixas de ganho de peso, conforme pode ser visto na Tabela 8.

Tabela 5 – Equações utilizadas para cálculo das exigências nutricionais de proteína e energia de fêmeas Nelore em crescimento.

Item	Equação	Unidade
PCVZ	$0,8941 \times \text{PCJ}$	kg
GPCVZ	$0,996 \times \text{GMD}$	kg
EM _m	119,7	kcal/PCVZ ^{0,75}
K _m	0,65	-
ER	$0,0701 \times \text{PCVZ}^{0,75} \times \text{GPCVZ}^{1,1216}$	Mcal/dia
K _g	0,38	-
ED	$\text{EM} \times 0,82 \text{ (NRC, 2000)}$	kcal/PCVZ ^{0,75}
NDT	$\text{ED} \div 4,409$	kg
PM _m	3,61	g/PC ^{0,75}
PR	$\text{GPCVZ} \times (256,0 - 25,71 \times \frac{\text{ER}}{\text{GPCVZ}})$	g/dia
PR/PM	0,42	-

Tabela 6 – Exigências totais (manutenção + ganho de peso) de energia metabolizável (EM) e de nutrientes digestíveis totais (NDT) de fêmeas Nelore de diferentes pesos e taxas de ganho de peso.

Peso corporal (kg)	Ganho de peso (kg/dia)		
	0,50	0,75	1,00
EM (Mcal/dia)			
150	7,72	9,63	11,61
200	9,58	11,94	14,41
250	11,32	14,12	17,03
300	12,98	16,19	19,53
350	14,57	18,17	21,92
NDT (kg/dia)			
150	2,13	2,66	3,21
200	2,65	3,30	3,99
250	3,13	3,91	4,71
300	3,59	4,48	5,40
350	4,03	5,03	6,06

Tabela 7 – Exigências totais (manutenção + ganho de peso) de proteína metabolizável (g/dia) de fêmeas Nelore de diferentes pesos e taxas de ganho de peso.

Peso corporal (kg)	Ganho de peso (kg/dia)		
	0,50	0,75	1,00
150	382,59	485,16	583,71
200	400,01	489,92	574,85
250	416,36	494,39	566,53
300	431,91	498,64	558,62
350	446,82	502,72	551,03

Percebe-se, pela Tabela 7, que para ganhos próximos a 1 kg/dia há redução das exigências de proteína metabolizável com o aumento do peso dos animais, diferentemente do que é apresentado pelo BR- CORTE (Valadares Filho et al., 2006). Essa diferença deve-se ao fato de que os animais desse experimento apresentaram um aumento mais acelerado da deposição de energia com o aumento do GPCVZ e do PCVZ do que os comumente encontrados na literatura. Em função desse aumento mais acentuado na deposição de energia, ocorre redução das exigências de PM em função de que as exigências líquidas de proteína (Eq. [33]) reduzem com o aumento da ER. Com base nisso, pode-se sugerir também, que fêmeas Nelore com maiores taxas de GMD podem ser terminadas com menor peso do que as que tiverem taxas mais baixas de GMD.

Tabela 8 – Exigências dietéticas totais (manutenção + ganho de peso) de cálcio, fósforo, magnésio, sódio e potássio (g/dia) de fêmeas Nelore com diferentes pesos e taxas de ganho de peso.

Peso corporal (kg)	Ganho de peso (kg/dia)		
	0,50	0,75	1,00
Cálcio			
150	17,98	24,90	31,83
200	17,68	23,77	29,86
250	17,90	23,42	28,93
300	18,42	23,50	28,58
350	19,12	23,86	28,60
Fósforo			
150	9,78	13,09	16,40
200	10,08	13,02	15,95
250	10,61	13,29	15,96
300	11,27	13,75	16,23
350	12,02	14,34	16,67
Magnésio			
150	3,25	3,69	4,13
200	3,93	4,32	4,71
250	4,65	5,00	5,35
300	5,38	5,70	6,03
350	6,13	6,43	6,73
Sódio			
150	1,69	2,04	2,39
200	2,00	2,33	2,66
250	2,31	2,63	2,94
300	2,62	2,93	3,24
350	2,94	3,24	3,54
Potássio			
150	15,97	17,12	18,28
200	19,93	21,32	22,72
250	23,55	25,19	26,83
300	26,83	28,72	30,60
350	29,76	31,90	34,03

Conforme pode ser visto na Tabela 8, percebe-se que para o macroelemento cálcio, ocorre uma redução nas exigências totais com o aumento do peso corporal. Acredita-se que tal diferença ocorra em função de que fêmeas tendem a atingir a maturidade com menor peso, depositando maior quantidade de energia na carcaça a pesos menores, quando em comparação aos machos. É sabido também, que quando o animal atinge a maturidade, a deposição de ossos, e por consequência de cálcio, tende a diminuir, o que pode explicar a menor exigência de cálcio observada nesse estudo quando do aumento do peso corporal do animal.

Conclusões

A exigência de energia líquida para manutenção de fêmeas Nelore em crescimento é de 77,58 Kcal/PCVZ^{0,75}/dia (ou 71,33 Kcal/PC^{0,75}/dia) e a exigência de energia metabolizável é de 119,74 Kcal/PCVZ^{0,75}/dia (ou 110,10 Kcal/PC^{0,75}/dia).

A exigência de proteína metabolizável para manutenção de fêmeas Nelore em crescimento é de 3,61 g/PC^{0,75}/dia. As exigências totais de proteína metabolizável para fêmeas Nelore em crescimento decrescem com o aumento do peso dos animais para ganhos médios diários iguais ou maiores do que 1 kg.

A eficiência estática de uso da energia metabolizável para manutenção para fêmeas Nelore em crescimento é de 65% e para ganho é de 38%. Quando calculada uma eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho variável, a exigência de energia metabolizável para manutenção deve ser estimada pelo mesmo modelo utilizado para determinação dos valores de eficiência de deposição de tecidos utilizados para cálculo da eficiência de uso da energia metabolizável para ganho.

As eficiências de deposição de energia na forma de proteína e gordura para fêmeas Nelore em crescimento são de 25 e 83%, respectivamente.

A eficiência de uso da proteína metabolizável para ganho em fêmeas Nelore jovens é de 42,07%.

Fêmeas Nelore jovens que tiverem maiores taxas de GMD podem atingir grau de maturidade com menor peso corporal.

Os requisitos líquidos por kg de ganho de peso de Ca, P, Mg, Na e K diminuem com o aumento do peso corporal para fêmeas Nelore.

Referências Bibliográficas

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: CAB International, 1993. 159p.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirements of ruminants livestock**. London: CAB International, 1980. 351p.
- AKAIKE, H. A new look at the statistical model identification. **IEEE Transactions on Automatic Control**, v.19, n.6, p.716–723, 1974.
- ANUALPEC. **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo: Angra FNP Pesquisas, 2009.
- BLAXTER, K.L.; CLAPPERTON, J.L.; WAINMAN, F.W. Utilization of the energy and protein of the same diets by cattle of different ages. **Journal of Agricultural Science**, v.67, n.1, p.67-75, 1966.
- CARSTENS, G.E.; JOHNSON, D.E.; JOHNSON, K.A. et al. Genetic variation in energy expenditures of monozygous twin beef cattle at 9 and 20 months of age. **Energy Metabolism Proceedings Symposium**, v.43, p.312–315, 1989.
- CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; TEDESCHI, L.O. et al. Net requirements of calcium, magnesium, sodium, phosphorus, and potassium for growth of Nellore×Red Angus bulls, steers, and heifers. **Livestock Science**, v.124, n.1, p.242-247, 2009.
- CHIZZOTTI, M.L.; TEDESCHI, L.O.; VALADARES FILHO, S.C. A meta-analysis of energy and protein requirements for maintenance and growth of Nellore cattle. **Journal of Animal Science**. v.86, n.7, p.1588-1597, 2008.
- CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; TEDESCHI, L.O. et al. Energy and protein requirements for growth and maintenance of F1 Nellore x Red Angus bulls, steers, and heifers. **Journal of Animal Science**, v.85, n.8, p.1971-1981, 2007.
- COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANAZATION – CSIRO. **Nutrient Requirements of Domesticated Ruminants**. CSIRO Publishing. Collingwood. 2007. 296p.
- FERRELL, C.L.; JENKINS, T.G. Body composition and energy utilization by steers of diverse genotypes fed a high-concentrate diet during the finishing period: II. Angus, Boran, Brahman, Hereford, and Tuli sires. **Journal of Animal Science**. v.76, n.2, p.647-657, 1998.
- FERRELL, C.L.; OLTJEN, J.W. ASAS CENTENNIAL PAPER: Net energy systems for beef cattle – concepts, applications, and future models. **Journal of Animal Science**, v.86, n.10, p.2779-2794, 2008.

- FINNEY, D.J. Was this in your statistics textbook? V. Transformation of data. **Experimental Agriculture**, v.25, n.2, p.165-175, 1989.
- FOX, D.G.; BLACK, J.R. A system for predicting body composition and performance of growing cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, n.3, p.725-739, 1984.
- FREITAS, J.A.; QUEIROZ, A.C.; DUTRA, A.R. et al. Composição corporal e exigências de energia de manutenção em bovinos Nelore, puros mestiços, em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.878-885, 2006a.
- FREITAS, J.A.; QUEIROZ, A.C.; DUTRA, A.R. et al. Eficiência de utilização da energia etabolizável em bovinos Nelore puros e cruzados submetidos a quatro níveis de concentrado na ração. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.894-901, 2006b.
- FULLER, W.A. **Measurement error models**. John Wiley and Sons, New York. 1987.
- GARRETT, W.N. Factors Influencing Energetic Efficiency of Beef Production. **Journal of Animal Science**, v.51, n.6, p.1434-1440, 1980a.
- GARRETT, W.N. Energy utilization by growing cattle as determined in 72 comparative slaughter experiments. 1980. In: SYMPOSIUM of Energy Metabolism, 8, Cambridge, 1980. **Proceedings...** Butterworths, London: EAAP Publication, n.28, p.3-7, 1980b.
- GARRETT, W.N., JOHNSON, D.E. Nutrition Energetics of ruminants. **Journal of Animal Science**. v.57, n.2, p. 478-497. 1983.
- GEAY, Y. Energy and protein utilization in growing cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, n.3, p.766-778, 1984.
- GRANT, A.L.; HELFERICH, W.G. An overview of growth. In: PEARSON, A.M.; DUTSON, T.R. (Eds.). **Growth regulation in farm animals**. London: Elsevier Applied Science, 1991. p.1-15.
- HALL, M. B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. University of Florida. 2000. p.1-19 (Technical Bulletin – USDA, 926).
- INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE – INRA. **Alimentation des bovins, ovins et caprins**. In: JARRIGE, R. (ed); Quae, Paris, 2007. 330p.
- JOHNSON, D.E.; FERRELL, C.L.; JENKINS, T.G. The history of energetic efficiency research: Where have we been and where are we going? **Journal of Animal Science**, v.81, n.13, p.E27-38E, 2003.
- LANA, R.P.; FONTES, C.A.A.; PERON, A.J. et al. Composicao Corporal e do Ganho de Peso e Exigencias de Energia, Proteina e Macroelementos Minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de Novilhos de Cinco Grupos Raciais. 3. Conteudo Corporal e do Ganho de Peso e Exigencias de Macroelementos Minerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.3, p.538-544, 1992.

- LOFGREEN, G.P.; GARRETT, W.N.A. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.27, n.3, p.793-806, 1968.
- MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R. et al. Exigências nutricionais de proteína, energia e macrominerais de bovinos Nelore de três classes sexuais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1587-1596, 2009.
- MARCONDES, M.I. **Exigências nutricionais e predição da composição corporal de bovinos Nelore puros e cruzados**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2010. 239p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2010.
- MORAES, E. H. B. K. ; PAULINO, M.F. ; MORAES, K.A.K. et al. Exigências de energia de bovinos de corte em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.933-940, 2009.
- MOTULSKY, H.J.; CHRISTOPOULOS, A. **Fitting models to biological data using linear and nonlinear regression**. A practical guide to curve fitting. GraphPad Software Inc., San Diego, 2003, 351p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirement of beef cattle**. 6.ed. National Academic Press. Washington, D.C., 1984. 90p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. National Academic Press. Washington, D.C., 1996. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. National Academic Press. Washington, D.C., 2000. 248p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients requirements of dairy cattle**. 7.ed. National Academic Press. Washington, D.C., 2001. 381p.
- 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.; FONTES, C.A.A.; JORGE, A.M. et al. Composição corporal e exigências de macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de bovinos não castrados de quatro raças zebuínas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.634-641, 1999.
- PAULINO, P.V.R.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. et al. Desempenho produtivo de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais alimentados com dietas contendo dois níveis de oferta de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1079-1087, 2008.
- PAULINO, P.V.R. **Desempenho, composição corporal e exigências nutricionais de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 167p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2006.

- PAULINO, P.V.R. ; COSTA, M.A.L. ; VALADARES FILHO, S.C. et al. Exigências nutricionais de zebuínos. I. Energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.781-791, 2004.
- POCZOPKO, P. Metabolic levels in adult homeotherms. **Acta Theriologica**, v.16, n.1, p.1-21, 1971.
- SALES, M.F.L.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Composição corporal e requisitos energéticos de bovinos de corte sob suplementação em pastejo, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1355-1362, 2009.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa: Imprensa Universitária – Universidade Federal de Viçosa, 2002. 165p.
- SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C.; ÍTAVO, L.C.V. et al. Eficiência de Utilização da Energia Metabolizável para Manutenção e Ganho de Peso e Exigências de Energia Metabolizável e de Nutrientes Digestíveis Totais de Bovinos Nelore Não-Castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.514-521, 2002a (suplemento).
- SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C.; ITAVO, L.C.V. et al. Composição Corporal e Requisitos Líquidos e Dietéticos de Macroelementos Minerais de Bovinos Nelore Não-Castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.757-764, 2002b.
- SIQUEIRA, J. G. ; FONTES, C. A. A. ; PEREIRA, A.L. et al. Exigência de energia de manutenção e composição corporal e do ganho de vacas de corte adultas de três grupos genéticos confinadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2159-2167, 2007.
- SOUZA, E. J. O. ; VALADARES FILHO, S. C. ; GUIM, A. et al. Exigências Líquidas de Proteína e Energia de Fêmeas Nelore, F1 Nelore X Angus, e F1 Nelore Simental. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia – ZOOTEK 2009, Águas de Lindóia. **Anais... Águas de Lindóia: Associação Brasileira de Zootecnistas**, 2009. (CD-ROOM).
- STONAKER, H.H. Animal Breeding in the Tropics of Latin America. **Journal of Animal Science**, v.33, n.1, p.1-6, 1971.
- TEDESCHI, L.O.; BOIN, C.; FOX, D.G. et al. Energy requirement for maintenance and growth of Nellore bulls and steers fed high-forage diets. **Journal of Animal Science**, v.80, n.6, p.1671-1682, 2002.
- TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; GUIROY, P.J.; A decision support system to improve individual cattle management. 1. A mechanistic, dynamic model for animal growth. **Agricultural Systems**, v.79, n.2, p.171-204, 2004.
- UNDERSANDER, D.; MERTENS, D.R.; THIEX, N. [1993]. **Forage Analyses Procedures**. Omaha: National Forage Testing Association. 135p. Disponível em: http://www.foragetesting.org/lab_procedure/labpro.pdf> Acesso em 07/10/2009.

- VALADARES FILHO, S.C.; CHIZZOTTI, M.L.; PAULINO, P.V.R. Exigências nutricionais de bovinos de corte no Brasil: desafios. **Revista Ceres**, v.56, n.4, p.488-495, 2009.
- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos – BR CORTE**. 1 ed. Viçosa : UFV, Suprema Gráfica Ltda. 2006, 142p.
- 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 Dairy Science**, v. 74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VELOSO, C.M.; VALADARES FILHO, S.C.; GESUALDI JUNIOR, A. et al. Composição Corporal e Exigências Energéticas e Protéicas de Bovinos F1 Limousin x Nelore, Não-Castrados, Alimentados com Rações Contendo Diferentes Níveis de Concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1273-1285, 2002a.
- VELOSO, C.M.; VALADARES FILHO, S.C.; GESUALDI JUNIOR, A. et al. Eficiência de Utilização da Energia Metabolizável para Manutenção e Ganho de Peso e Exigências de Energia Metabolizável e de Nutrientes Digestíveis Totais de Bovinos F1 Limousin x Nelore Não-Castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1286-1293, 2002b.
- VELOSO, C.M.; VALADARES FILHO, S.C.; GESUALDI JUNIOR, A. et al. Composição Corporal e Exigências Líquidas e Dietéticas de Macroelementos Minerais de Bovinos F1 Limousin X Nelore Não-Castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.194-1301, 2002c.
- VÉRAS, A.S.C.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção e ganho de peso e exigências de energia metabolizável e de nutrientes digestíveis totais de bovinos Nelore, não-castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.904-910, 2001.
- WILKERSON, V.A.; KLOPFENSTEIN, T.J.; BRITTON, R.A. et al. Metabolizable protein and amino acid requirements of growing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.71, n.10, p.2777-2784, 1993.
- WILLIAMS, C.B.; JENKINS, T.G. A dynamic model of metabolizable energy utilization in growing and mature cattle. I. Model evaluation. **Journal Animal Science**, v.81, n.6, p.1390-1398, 2003.

CAPÍTULO 3

Estimação da composição química de componentes não-carcaça em bovinos

Resumo – Foi desenvolvido um estudo objetivando desenvolver equações para estimativa da composição química de componentes não-carcaça (cabeça, pés, sangue, couro e órgãos e vísceras) de fêmeas Nelore a partir do peso de corpo vazio (PCVZ), da composição química da carcaça e da proporção dos componentes no PCVZ. Utilizaram-se dados de 24 novilhas Nelore com peso entre 126 e 304 kg, oriundas de um experimento de abate comparativo. Foram construídas equações de regressão múltipla para seleção das variáveis preditoras por meio da técnica stepwise. O PCVZ foi a variável preditora que mais influenciou a composição química dos componentes não-carcaça. Foi encontrada influência da composição química da carcaça sobre a porcentagem de proteína bruta (PB) da cabeça, dos pés e do couro. A porcentagem de potássio (K) na cabeça, pés e sangue pode ser estimada através do PCVZ. A composição química de todos os constituintes químicos do sangue, exceto o magnésio (Mg) pode ser estimada por meio do PCVZ do animal. Já a composição química dos órgãos e vísceras não pode ser estimada, exceto do extrato etéreo, levando, a afirmação de que a composição química deste componente corporal dificilmente levarão a resultados com boa exatidão. Conclui-se que a composição química da cabeça, dos pés e do sangue de bovinos pode ser estimada a partir do peso de corpo vazio e da composição química da carcaça, de forma a não ser necessária a dissecação completa, no caso da cabeça e dos pés, reduzindo a mão-de-obra e o custo com análises químicas. Sugere-se, porém, que seja estudada a possibilidade da construção de modelos utilizando-se um banco de dados maior, a fim de melhorar a precisão e exatidão dos modelos e identificar outras possíveis variáveis e também os efeitos de sexo e raça.

Palavras-chave: abate comparativo, cabeça, minerais, pés, predição, sangue, stepwise

Estimation of chemical composition of non-car cass components in beef cattle

Abstract – This trial was carried out aiming to develop equations to estimate the chemical composition of non-car cass components (head, feet, blood, skin and organs and viscera) of Nellore females from the empty body weight (EBW) of body composition and the proportion of components in EBW. Data from 24 heifers weighing between 126 and 304 kg, derived from a comparative slaughter experiment were used. It was developed a multiple regression equations for selection of predictor variables by stepwise technique. The EBW was the predictor variable that most influenced the chemical composition of non-car cass components. It was observed an influence of car cass chemical composition on the percentage of crude protein (CP) of the head, legs and leather. The percentage of potassium (K) in the head, feet and blood can be estimated using the EBW. The chemical composition of all chemical constituents of blood, except the magnesium (Mg) can be estimated using the EBW of the animal. Since the chemical composition of organs and viscera cannot be estimated, except the fat, taking the statement that the chemical composition of this body component hardly lead to results with good accuracy. It can be concluded that the chemical composition of the head, feet and the blood of cattle can be estimated from empty body weight and body composition, being not necessary a complete dissection of the head and feet. However, further studies should be conduct to build models using a larger database in order to improve the precision and accuracy of the models as well as identify other possible variables and also the effects of gender and breed type.

Keywords: blood, comparative slaughter, head, lags, minerals, prediction, stepwise

Introdução

A importância de se quantificar as exigências nutricionais de bovinos de corte no Brasil, notadamente zebuínos, está em se obter informações mais próximas da necessidade de cada nutriente pelo animal nas condições brasileiras e na utilização de tais informações para o correto balanceamento de rações para diferentes níveis de desempenho, objetivando melhorar o desempenho produtivo do rebanho, com resultado econômico favorável.

O principal método experimental utilizado para avaliação das exigências nutricionais de energia, proteína e minerais é o abate comparativo (ARC, 1980). Nesse método, a composição corporal inicial dos animais é estimada a partir de lote aleatoriamente sorteado e abatido no início do experimento, chamado de referência. Assume-se, dessa forma, que todos os animais encontram-se em composição corporal próxima, de forma que a extrapolação da composição corporal avaliada nos animais referência para os demais animais possa ser realizada. Os animais remanescentes são alimentados por certo período, sendo abatidos ao final deste período para avaliação da composição corporal. Por intermédio da diferença entre a composição corporal final e a inicial, e os nutrientes e energia ingeridos, é que se calculam as exigências de energia, proteína e minerais.

Fica evidente, portanto, que a avaliação da composição corporal é o primeiro passo para estimação das exigências nutricionais. A forma mais acurada de se obter a composição corporal dos animais é a avaliação direta, ou seja, a moagem completa de todos os constituintes corporais, inclusive a carcaça, o que exige equipamentos altamente eficientes e de grande porte (Hedrick, 1983). A necessidade de análise química laboratorial de todo o corpo do animal requer grande quantidade de mão-de-obra e gera altos custos. Em função disso, ainda é pequeno o número de instituições de pesquisa que realizam experimentos de exigências nutricionais com abate comparativo no Brasil.

Face às dificuldades enfrentadas na avaliação direta da composição corporal dos animais, muitos métodos alternativos indiretos foram desenvolvidos (Powell & Huffman, 1968). Métodos baseados na gravidade específica da carcaça (Kelly et al., 1968; Garrett & Hinman, 1969; Lunt et al., 1985) e utilizando marcadores (Clarck et al., 1976; Lunt et al., 1985) foram testados, mas sua adoção pode ser considerada restrita. Outros métodos indiretos, baseados em cortes de partes do corpo animal, como pernas, tórax e costelas, também foram estudados (Hedrick, 1983), sendo o método de corte de costelas o mais testado (Hankins & Howe, 1946; Cole & Ramsey, 1962; Brungardt & Bray, 1963). No

Brasil, alguns trabalhos foram conduzidos (Paulino et al., 2005; Marcondes et al., 2009) no sentido de validar e atualizar as equações desenvolvidas por Hankins & Howe (1946).

Uma alternativa ainda não avaliada pelos pesquisadores é a possibilidade da estimação da composição química de componentes não-carcaça, cuja dissecação e análises químicas requerem bastante mão-de-obra, além de consumirem grande quantidade de reagentes químicos, o que contribui para elevar o custo do experimento. Ao que tudo indica, a composição química destes componentes é menos sujeita a efeitos da dieta, classe sexual ou idade do animal do que a carcaça e as vísceras. Dessa forma, o estudo da possibilidade do desenvolvimento de equações matemáticas para estimar a composição química de componentes não-carcaça pode contribuir para o avanço da pesquisa na área de exigências nutricionais de bovinos.

Diante disso, neste trabalho teve-se por objetivo desenvolver equações para se estimar a composição química dos seguintes componentes corporais não-carcaça: couro, sangue, órgãos e vísceras, cabeça e pés de bovinos Nelore.

Material e Métodos

Foram utilizados dados de 24 fêmeas Nelore, abatidas com peso variando de 126 a 304 kg, oriundas de experimento de abate comparativo realizado no Laboratório Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. Os constituintes químicos avaliados foram aqueles que possuem importância na avaliação das exigências nutricionais dos animais, sendo a proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e os macroelementos minerais Ca, P, Mg, Na e K. Dados referentes à água e cinzas não foram utilizados, pois esses constituintes químicos não são utilizados em modelos de exigências nutricionais.

Para avaliação da composição química, os corpos dos animais foram seccionados em cabeça, pés, couro, sangue, carcaça e órgãos e vísceras. Os órgãos e vísceras consistiram do agrupamento de coração, pulmões, fígado, baço, rins, língua, gordura interna, carne industrial, mesentério, cauda, aparas (esôfago, traquéia e aparelho reprodutor) e trato gastrointestinal lavado. Estes foram moídos em cutter industrial por 20 minutos, sendo posteriormente feita a amostragem. A amostra de sangue foi obtida no momento da sangria, sendo imediatamente pesada e levada à estufa com ventilação forçada (60°C) até atingir peso constante. Para amostragem do couro, foi seccionado um retângulo de 6,25 dm² na altura da garupa do animal.

As carcaças foram resfriadas em câmara fria a 4°C por 24 horas, sendo posteriormente todas as meia carcaças direitas desossadas para separação dos ossos e carne mais gordura. A carne e gordura foram moídas e após homogeneização do conteúdo uma amostra correspondente a carne e gordura da carcaça foi retirada para análise. Os ossos foram separados em ossos longos, vértebras e costelas, amostrados e serrados, sendo feita uma composta de ossos da carcaça.

Em função da elevada mão-de-obra necessária, a cabeça e os pés de somente 11 dos 24 animais foram analisados, sendo para isso dissecados em tecido mole, ossos e couro, sendo o peso deste último adicionado ao peso do couro do corpo do animal.

Com exceção do sangue, todas as amostras (órgãos e vísceras, carne e gordura, ossos, tecido mole e couro) foram liofilizadas por 72 a 96 horas para avaliação da matéria pré-seca gordurosa (MSG).

Posteriormente, as amostras foram submetidas a pré-desengorduramento por extração por éter de petróleo no aparelho Soxhlet por 6 horas, em média. Em seguida, o conteúdo de matéria seca pré-desengordurada (MSPD) foi moído em moinho de bola, para posteriores avaliações de nitrogênio total, extrato etéreo e macrominerais, 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. A solução mineral para avaliação dos macroelementos minerais foi preparada por digestão nitroperclórica. Após as devidas diluições, o teor de P foi determinado por colorimetria, os de Ca e Mg em espectrofotômetro de absorção atômica, e os de Na e K em espectrofotômetro de chama (Silva & Queiroz, 2002).

Foram avaliadas as influências, do peso de corpo vazio (PCVZ), da composição química da carcaça e da percentagem do componente analisado em relação ao PCVZ sobre a composição química da cabeça, pés, couro, sangue e órgãos e vísceras. Para tal, foram testados modelos matemáticos contendo todas as variáveis preditoras acima mencionadas, sendo estas selecionadas através da técnica stepwise para seleção de variáveis do software estatístico SAS, utilizando-se o procedimento PROC REG e adotando-se 5% como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I.

O modelo base para o estudo foi:

$$\%CQ_{ij} = \beta_0 + \beta_1 \times PCVZ + \beta_2 \times PCVZ^2 + \beta_3 \times \%CC_jPCVZ + \beta_4 \times \%CC_jPCVZ^2 + \beta_5 \times \%CQ_iCARC + \beta_6 \times \%CQ_iCARC^2$$

em que $\%CQ_{ij}$ = constituinte químico i no componente corporal j (%), PCVZ = peso de corpo vazio (kg), $PCVZ^2$ = peso de corpo vazio ao quadrado (kg), $\%CC_jPCVZ$ = porcentagem do componente corporal j no peso de corpo vazio, $\%CC_jPCVZ^2$ = porcentagem do componente corporal j no peso de corpo vazio ao quadrado, $\%CQ_iCARC$ = porcentagem do constituinte químico i na carcaça, $\%CQ_iCARC^2$ = porcentagem do constituinte químico i na carcaça ao quadrado e $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$ e β_6 são parâmetros da regressão.

Resultados e Discussão

As estatísticas descritivas dos dados utilizados são mostradas na Tabela 1. Grande amplitude dos dados do constituinte químico estudado (alto coeficiente de variação), associada à variabilidade das variáveis dependentes (variáveis preditoras) aumenta as possibilidades de que sejam desenvolvidas equações com maior capacidade de predição. Entretanto, no caso de não haver significância para a influência de nenhuma outra variável, essa alta amplitude torna-se um problema, pois não havendo possibilidade do constituinte químico ser estimado, necessita-se utilizar a média, o que aumenta, nesse caso, as possibilidades de erro nas estimativas.

Percebe-se, através da Tabela 1, que há grande variabilidade dos valores de EE, independente do componente corporal analisado, enquanto que para a PB e Na são encontrados os menores valores de variabilidade. Já a variabilidade dos demais macroelementos minerais não segue um padrão. É possível notar-se, também, que a composição química dos órgãos e vísceras é altamente variável para todos os constituintes químicos analisados.

Tabela 1 – Estatísticas descritivas dos dados de composição química e proporção em relação ao peso de corpo vazio (% do PCVZ) utilizados para o desenvolvimento das equações

Peso do corpo vazio (% do PCVZ) analisados para o desenvolvimento das equações								
Itens	% do PCVZ	Constituintes químicos (%) ^a						
		PB	EE	Ca	P	Na	K	Mg
Cabeça								
Média	4,26	18,19	9,55	4,58	3,33	0,28	0,14	0,08
Máximo	5,53	20,57	12,31	5,97	3,99	0,30	0,16	0,10
Mínimo	3,12	15,80	6,64	2,99	2,36	0,25	0,13	0,06
N	24	11	11	11	11	11	11	11
S	0,66	1,31	2,18	0,79	0,49	0,016	0,011	0,013
CV (%)	15,41	7,20	22,77	17,23	14,65	5,57	7,41	16,24
Pés								
Média	2,96	23,86	12,03	9,03	5,91	0,34	0,05	0,14
Máximo	4,66	25,85	16,14	12,38	7,68	0,39	0,06	0,20
Mínimo	2,22	21,62	7,91	6,64	4,58	0,28	0,04	0,11
N	24	11	11	11	11	11	11	11
S	0,54	1,37	2,14	1,78	1,11	0,031	0,004	0,024
CV (%)	18,23	5,74	17,76	19,67	18,84	9,20	8,88	17,11
Couro								
Média	11,25	27,08	6,18	0,04	0,05	0,16	0,06	0,006
Máximo	13,21	31,14	20,03	0,05	0,10	0,18	0,11	0,012
Mínimo	9,46	23,90	0,45	0,03	0,03	0,13	0,04	0,005
n	24	24	24	24	24	24	24	24
s	1,00	1,98	5,00	0,006	0,016	0,012	0,014	0,001
CV (%)	8,87	7,32	80,81	14,78	30,65	7,66	20,95	24,55
Sangue								
Média	3,99	18,47	0,15	0,023	0,03	0,29	0,04	0,0041
Máximo	4,96	22,08	0,52	0,029	0,05	0,33	0,06	0,0049
Mínimo	3,15	14,60	0,05	0,018	0,02	0,23	0,03	0,0032
n	24	24	24	24	24	24	24	24
s	0,49	1,74	0,10	0,003	0,005	0,02	0,009	0,0005
CV (%)	12,29	9,43	69,77	11,33	17,86	7,66	20,13	11,77
Órgãos e Visceras								
Média	15,75	11,50	24,48	0,10	0,010	0,21	0,07	0,15
Máximo	17,51	20,37	45,39	0,19	0,019	0,42	0,17	0,26
Mínimo	13,73	5,12	7,13	0,07	0,004	0,08	0,02	0,07
n	24	24	24	24	24	24	24	24
s	1,07	3,08	9,12	0,031	0,003	0,068	0,034	0,045
CV (%)	6,81	26,78	37,27	29,87	32,33	32,85	47,20	29,99

^aPB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, Ca = cálcio, P = fósforo, Na = sódio, K = potássio e Mg = magnésio.

O resultado da seleção de variáveis através da técnica stepwise, juntamente com o valor dos parâmetros das variáveis que afetaram significativamente o constituinte químico testado e o coeficiente de variação (CV) do grupo de dados são apresentados na Tabela 2. Os resultados mostraram que não há relação direta entre o CV do grupo de dados analisado com o fato de ter sido possível o desenvolvimento de uma equação para estimar o valor do constituinte químico analisado, uma vez que tal possibilidade depende da variabilidade das variáveis dependentes.

Tabela 2 – Valores dos parâmetros para as variáveis preditoras que influenciaram significativamente o constituinte químico analisado juntamente com o coeficiente de variação (CV) do grupo de dados

constante analisado juntamente com o coeficiente de variáveis (CV) do grupo de dados								
Itens ^a	β_0	Variáveis Preditoras ^b						CV (%)
		PCVZ	PCVZ ²	%CC _j PCVZ	%CC _j PCVZ ²	%CQ _i CARC	%CQ _i CARC ²	
Cabeça								
PB	3,9539	ns	ns	ns	ns	0,4183	Ns	7,20
EE	ns	ns	ns	ns	ns	ns	Ns	22,77
Ca	ns	ns	ns	ns	ns	ns	Ns	17,23
P	ns	ns	ns	ns	ns	ns	Ns	14,65
Na	ns	ns	ns	ns	ns	ns	Ns	5,57
K	0,2367	-0,000147	ns	ns	ns	-0,3037	Ns	7,41
Mg	ns	ns	ns	ns	ns	ns	Ns	16,24
Pés								
PB	10,5203	ns	ns	ns	ns	ns	0,0092	5,74
EE	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	17,76
Ca	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	19,67
P	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	18,84
Na	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	9,20
K	0,0614	-0,0000607	ns	ns	ns	ns	ns	8,88
Mg	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	17,11
Couro								
PB	-9,5916	ns	ns	ns	ns	1,2079	ns	7,32
EE	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	80,81
Ca	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	14,78
P	0,0772	-0,000127	ns	ns	ns	ns	ns	30,65
Na	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	7,66
K	0,1272	ns	ns	-0,0055	ns	ns	ns	20,95
Mg	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	24,55
Sangue								
PB	0,4720	-0,00455	0,00001363	ns	ns	ns	ns	9,43
EE	13,7356	0,02338	ns	ns	ns	ns	ns	69,77
Ca	0,0183	0,0000248	ns	ns	ns	ns	ns	11,33
P	0,0237	0,000000158	ns	ns	ns	ns	ns	17,86
Na	0,2568	0,000168	ns	ns	ns	ns	ns	7,66
K	0,0278	0,0000744	ns	ns	ns	ns	ns	20,13
Mg	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	11,77
Órgãos e Visceras								
PB	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	26,78
EE	9,1845	0,0004	ns	ns	ns	ns	ns	37,27
Ca	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	29,87
P	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	32,33
Na	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	32,85
K	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	47,20
Mg	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	29,99

^aPB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, Ca = cálcio, P = fósforo, Na = sódio, K = potássio e Mg = magnésio.

^b β_0 = intercepto, PCVZ = peso de corpo vazio, PCVZ² = peso de corpo vazio ao quadrado, %CC_jPCVZ = porcentagem do componente corporal em relação ao peso de corpo vazio, %CC_jPCVZ² = porcentagem do componente corporal em relação ao peso de corpo vazio ao quadrado, %CQ_iCARC = porcentagem do constituinte químico na carcaça, %CQ_iCARC² = porcentagem do constituinte químico na carcaça ao quadrado, ns = não significativo para o modelo (P>0,05).

Das variáveis testadas como variáveis preditoras, apenas a $\%CC_jPCVZ^2$ não foi significativa para explicar nenhum constituinte químico. A grande maioria das equações que puderam ser construídas (10, de um total de 14) teve o PCVZ como variável preditora, mostrando que a maior parte das variações na composição química dos componentes corporais não-carcaça ocorre em função do tamanho/idade do animal.

A porcentagem da cabeça e dos pés em função do PCVZ reduziu com o aumento do PCVZ (Figuras 1 e 2), entretanto, essas variações não explicaram a variação na composição química destes componentes corporais (Tabela 2).

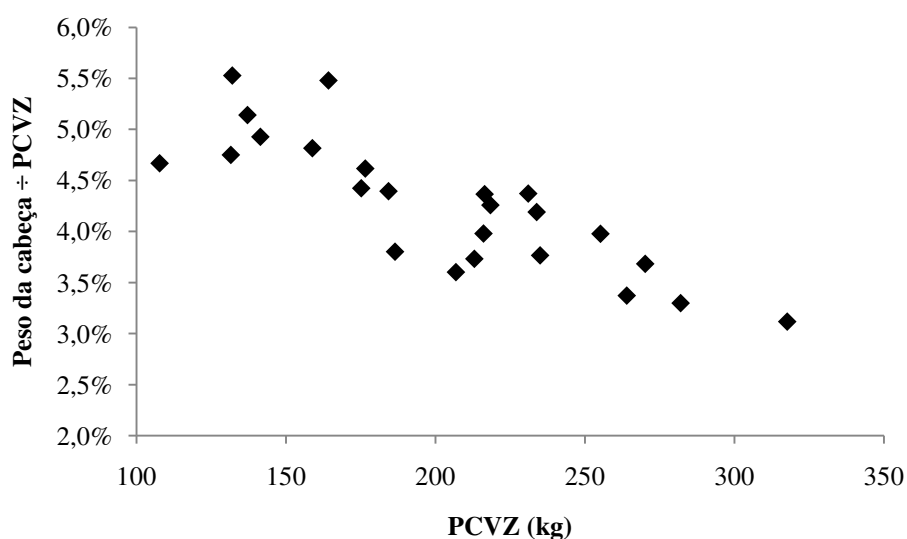


Figura 1 – Proporção da cabeça em relação ao peso de corpo vazio de fêmeas Nelore.

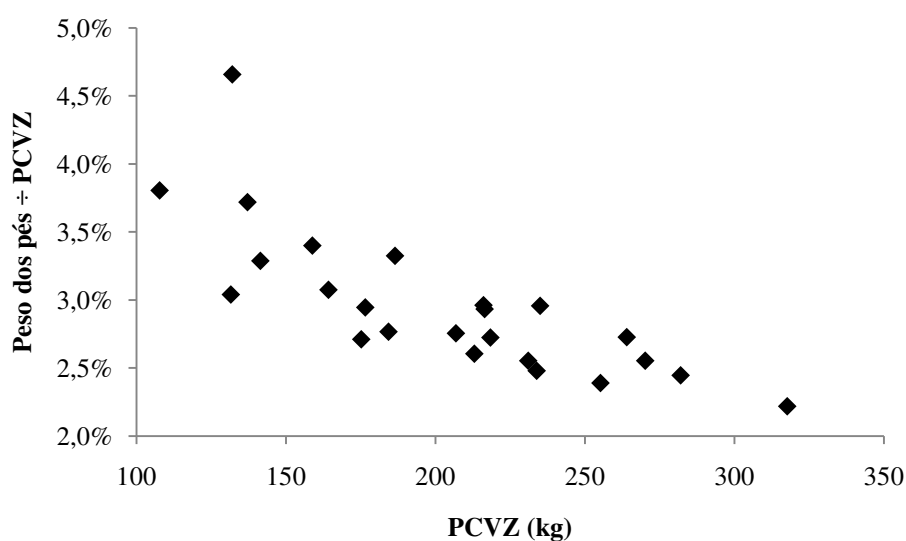


Figura 2 – Proporção dos pés em relação ao peso de corpo vazio de fêmeas Nelore.

A %PB na carcaça serviu como variável preditora da %PB na cabeça, o que parece ocorrer em função de que as variações na deposição de tecido na carcaça possam ocorrer de forma semelhante também na cabeça do animal, de forma que uma maior proporção de músculo na carcaça significa também maior proporção de músculo na cabeça. Entretanto, para os demais constituintes químicos, exceto o K, a composição química da carcaça não explicou as variações ocorridas. A %K na cabeça reduziu com o aumento da %K na carcaça, contrapondo-se à possibilidade apresentada, de que as variações da composição química da carcaça pudessem ocorrer de forma semelhante na cabeça. A %K na cabeça também foi influenciada pelo PCVZ, de forma que com o aumento do tamanho do animal, é reduzida a %K na cabeça, fruto de uma possível diminuição da deposição mineral a partir de certa idade.

A %PB dos pés também foi influenciada pela %PB da carcaça, o que reforçaria a hipótese de que o aumento da proporção de músculo na carcaça aumentasse a proporção de proteína nos pés, não fosse o fato de que a quantidade de músculo na porção dos pés amostrada é praticamente insignificante, pois os pés são constituídos basicamente de tecido conjuntivo (tecido mole), ossos e couro.

Da mesma forma que para a cabeça e os pés, a %PB do couro foi influenciada pela %PB da carcaça. Essa influência pode estar no fato de que com o aumento do peso do animal há redução de água e PB e aumento de EE na carcaça e no corpo do animal (Berg & Butterfield, 1968; Fox & Black, 1984), presumindo que tais modificações ocorram semelhantemente no couro. A partir disso, poderia supor-se que a variação na %EE do couro também pudesse ser explicada pela variação de %EE na carcaça, o que não aconteceu. Entretanto, problemas relacionados a %EE no couro parecem ocorrer em função do processo de esfolia do animal no momento do abate, que muitas vezes deixa junto ao couro do animal porções de gordura subcutânea.

Encontrou-se influência do PCVZ na %P do couro, fazendo com que a %P no couro reduzisse com o aumento do PCVZ. A %P no couro do animal é muito pequena e não foi possível encontrar-se justificativas para tal variação, pois, não foram encontradas na literatura explicações biológicas sobre a composição química do couro do animal. A %K no couro foi afetada pela % de couro em relação ao PCVZ, o que, conforme já comentado, também parece não ter explicação que condiga com alguma variação ou processo biológico conhecido.

Para a composição química do sangue, foi possível o desenvolvimento de equações para estimativa de todos os constituintes, exceto o Mg. Tanto a %PB (Figura 3) e %EE como

também dos demais macroelementos minerais aumentaram com o aumento do PCVZ, o que parece ser resultado da diminuição da % de água no sangue com o aumento do PCVZ (Figura 4).

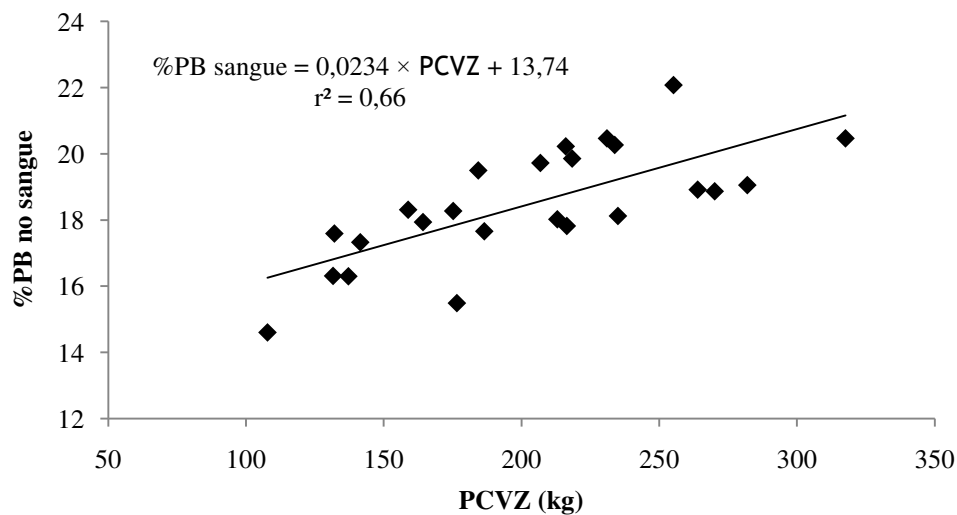


Figura 3 – Porcentagem de proteína bruta no sangue em função do peso de corpo vazio.

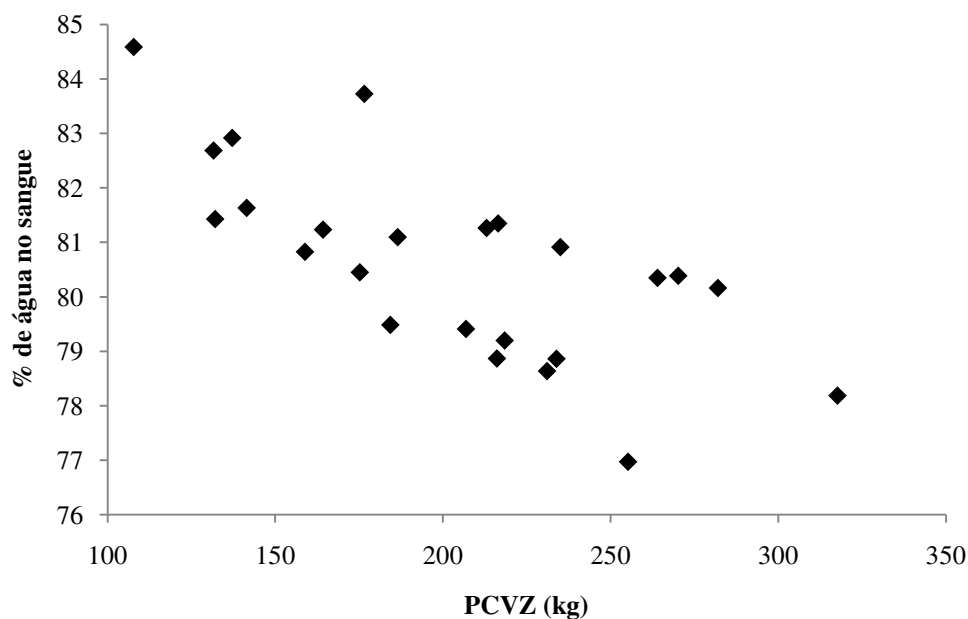


Figura 4 – Porcentagem de água no sangue em função do peso de corpo vazio

As equações geradas, ou médias da composição química dos componentes não-carcaça, são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 – Equações geradas para estimativa da composição química de componentes não-carcaça de bovinos, com seus respectivos valores de erro padrão da média ou coeficiente de determinação (R^2)

Itens ^a	Equação ^b
Cabeça	
PB	$\%PB_{\text{cabeça}} = 3,9539 + 0,4183 \times \%PB_{\text{carcaça}} (R^2 = 0,67)$
EE	$\%EE_{\text{cabeça}} = 9,55 \pm 0,66$
Ca	$\%Ca_{\text{cabeça}} = 4,58 \pm 0,24$
P	$\%P_{\text{cabeça}} = 3,33 \pm 0,15$
Na	$\%Na_{\text{cabeça}} = 0,28 \pm 0,005$
K	$\%K_{\text{cabeça}} = 0,2367 - 0,000147 \times PCVZ - 0,304 \times K_{\text{carcaça}} (R^2 = 0,85)$
Mg	$\%Mg_{\text{cabeça}} = 0,081 \pm 0,004$
Pés	
PB	$\%PB_{\text{pés}} = 23,86 \pm 0,41$
EE	$\%EE_{\text{pés}} = 10,52 + 0,0092 \times K_{\text{carcaça}}^2 (R^2 = 0,43)$
Ca	$\%Ca_{\text{pés}} = 9,03 \pm 0,54$
P	$\%P_{\text{pés}} = 5,91 \pm 0,34$
Na	$\%Na_{\text{pés}} = 0,34 \pm 0,009$
K	$\%K_{\text{pés}} = 0,06142 - 0,000061 \times PCVZ (R^2 = 0,52)$
Mg	$\%Mg_{\text{pés}} = 0,14 \pm 0,007$
Couro	
PB	$\%PB_{\text{couro}} = 27,08 \pm 0,40$
EE	$\%EE_{\text{couro}} = -9,592 + 1,2079 \times \%PB_{\text{carcaça}} (R^2 = 0,76)$
Ca	$\%Ca_{\text{couro}} = 0,038 \pm 0,0011$
P	$\%P_{\text{couro}} = 0,077 - 0,000127 \times PCVZ (R^2 = 0,35)$
Na	$\%Na_{\text{couro}} = 0,16 \pm 0,003$
K	$\%K_{\text{couro}} = 0,127 - 0,0055 \times \% \text{couro no PCVZ} (R^2 = 0,29)$
Mg	$\%Mg_{\text{couro}} = 0,0061 \pm 0,0003$
Sangue	
PB	$\%PB_{\text{sangue}} = 13,74 + 0,0234 \times PCVZ (R^2 = 0,66)$
EE	$\%EE_{\text{sangue}} = 0,472 - 0,00455 \times PCVZ + 0,000014 \times PCVZ^2 (R^2 = 0,12)$
Ca	$\%Ca_{\text{sangue}} = 0,0183 - 0,0000248 \times PCVZ (R^2 = 0,31)$
P	$\%P_{\text{sangue}} = 0,0237 - 0,0000001576 \times PCVZ (R^2 = 0,34)$
Na	$\%Na_{\text{sangue}} = 0,257 - 0,000168 \times PCVZ (R^2 = 0,26)$
K	$\%K_{\text{sangue}} = 0,0278 - 0,0000744 \times PCVZ (R^2 = 0,38)$
Mg	$\%Mg_{\text{sangue}} = 0,0041 \pm 0,0001$
Órgãos e Visceras	
PB	$\%PB_{\text{órgãos e visceras}} = 11,50 \pm 0,63$
EE	$\%EE_{\text{órgãos e visceras}} = 9,18 + 0,00035 \times PCVZ (R^2 = 0,72)$
Ca	$\%Ca_{\text{órgãos e visceras}} = 0,103 \pm 0,006$
P	$\%P_{\text{órgãos e visceras}} = 0,0096 \pm 0,0006$
Na	$\%Na_{\text{órgãos e visceras}} = 0,207 \pm 0,014$
K	$\%K_{\text{órgãos e visceras}} = 0,072 \pm 0,007$
Mg	$\%Mg_{\text{órgãos e visceras}} = 0,15 \pm 0,009$

^aPB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, Ca = cálcio, P = fósforo, Na = sódio, K = potássio e Mg = magnésio.

^bPCVZ = peso de corpo vazio, PCP = porcentagem do componente corporal em relação ao peso de corpo vazio.

O desenvolvimento de equações para estimação dos macroelementos minerais nos componentes corporais não-carcaça parece ser difícil. Neste estudo, foi possível o desenvolvimento de equações para estimação da %K em quase todos os componentes

corporais testados tendo como variável preditora o PCVZ. Contudo, para os demais minerais, poucas foram as explicações encontradas para as variações de sua composição química, sugerindo que a estimativa da composição mineral de componentes não-carcaça, se realizada, deve ser feita com muito cuidado.

O desenvolvimento de equações para estimativa da composição química dos órgãos e vísceras só foi possível para a %EE, que aumentou com o aumento do PCVZ, resultado da maior deposição de gordura visceral com o aumento do peso do animal (Berg & Butterfield, 1976). Entretanto, como a % desse componente corporal representa cerca de 15,8% do PCVZ e sua composição química varia muito (Tabela 1), sugere-se que o desenvolvimento de métodos para estimar sua composição química seja muito criterioso, uma vez que com as variáveis preditoras testadas neste estudo não foi possível explicar tais variações na composição química.

Do ponto de vista fisiológico, em função do que foi observado nesse estudo, percebe-se que quando existem variações na composição do ganho de um animal, tais variações ocorrem principalmente na composição do ganho da carcaça e dos órgãos e vísceras, sendo que a cabeça e pés parecem apresentar composição de ganho mais uniforme, sofrendo menos variação na composição química do que a carcaça e o conteúdo visceral do animal.

É importante destacar que as avaliações aqui realizadas são puramente descritivas, uma vez que seria necessária a realização de outro experimento para testar as equações e os valores médios propostos. Contudo, o que foi aqui discutido leva a crer que seja possível construir modelos para estimar as frações de PB, EE, P, Ca, Mg, Na e K da cabeça, pés e sangue dos bovinos ao invés de realizar-se a dissecação e análise química dos mesmos. Tal possibilidade reduziria a mão-de-obra necessária quando da realização dos abates, além de gerar economia no uso de reagentes e equipamentos laboratoriais, pois diminui-se em cerca de 25 a 30% a quantidade de análises químicas necessárias para determinação da composição química do corpo vazio dos animais. Já para o couro e os órgãos e vísceras, maiores estudos não são necessários. Outra possibilidade é a adição do sangue junto aos órgãos e vísceras no momento da moagem.

Conclusões

A composição química da cabeça, dos pés e do sangue de bovinos pode ser estimada a partir do peso de corpo vazio e da composição química da carcaça, de forma a não ser

necessária a dissecação completa, no caso da cabeça e dos pés, reduzindo a mão-de-obra e o custo com análises químicas. Sugere-se, porém, que seja estudada a possibilidade da construção de modelos utilizando-se um banco de dados maior, a fim de melhorar a precisão e exatidão dos modelos e identificar outras possíveis variáveis e também os efeitos de sexo e raça.

Referências Bibliográficas

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirements of ruminants livestock**. London: 1980. 351p.
- BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. **New concepts of cattle growth**. 1.ed. Sydney: Sydney University Press, 1976. 240p.
- BERG, R.T.; BUTTERFIELD, M. Growth patterns of bovine muscle, fat and bone. **Journal of Animal Science**, v.27, n.3, p.611-619, 1968.
- BRUNGARDT, V.H.; BRAY, R.W. Estimate of retail yield of the four major cuts in the beef carcass. **Journal of Animal Science**, v.22, n.1, p.177-182, 1963.
- CLARK, J.L.; HEDRICK, H.B.; THOMPSON, G.B. Determination of body composition of steers by ⁴⁰K. **Journal Animal Science**, v.42, n.2, p.352-356, 1976.
- COLE, J.W.; RAMSEY, C.B. Simplified method for predicting pounds of lean in beef carcasses. **Journal of Animal Science**, v.21, n.2, p.355-361, 1962.
- FOX, D.G.; BLACK, J.R. A system for predicting body composition and performance of growing cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, n.3, p.725-739, 1984.
- GARRETT, W.N.; HINMAN, N. Re-evaluation of the relationship between carcass density and body composition of beef steers. **Journal of Animal Science**, v.26, n.1, p.1-5, 1969.
- 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, 926).
- HEDRICK, H.B. Methods of estimating live animal and carcass composition. **Journal of Animal Science**, v.57, n.5, p.1316-1327, 1983.
- KELLY, R.F.; FONTENOT, J.P.; GRAHAM, P.P. et al. Estimates of carcass composition of beef cattle fed at different planes of nutrition. **Journal of Animal Science**, v.27, n.3, p.620-627, 1968.

- LUNT, D.K.; SMITH, G.C.; McKEITH, F.K. et al. Techniques for predicting beef carcass composition. **Journal of Animal Science**, v.60, n.5, p.1201-1207, 1985.
- MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R. et al. Predição da composição corporal e da carcaça a partir da seção entre a 9ª e 11ª costelas em bovinos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1597-1604, 2009.
- 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.
- POWELL, W.E.; HUFFMAN, D.L. Composition an evaluation of quantitative estimates of beef carcass. **Journal of Animal Science**, v.27, n.6, p.1554-1558, 1968.

CONCLUSÕES GERAIS

A partir dos resultados obtidos nessa Dissertação, destacam-se como principais conclusões e implicações:

1. A exigência de energia líquida para manutenção de fêmeas Nelore em crescimento é de 77,58 Kcal/PCVZ^{0,75}/dia (ou 71,33 Kcal/PCJ^{0,75}/dia) e a exigência de energia metabolizável é de 119,74 Kcal/PCVZ^{0,75}/dia (ou 110,10 Kcal/PCJ^{0,75}/dia).
2. A exigência de proteína metabolizável para manutenção de fêmeas Nelore em crescimento é de 3,61 g/PCJ^{0,75}/dia. As exigências totais de proteína metabolizável para fêmeas Nelore em crescimento decrescem com o aumento do peso dos animais para ganhos médios diários iguais ou maiores do que 1 kg.
3. A eficiência estática de uso da energia metabolizável para manutenção para fêmeas Nelore em crescimento é de 0,65 e para ganho é de 0,38. Quando calculada uma eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho variável, a exigência de energia metabolizável para manutenção deve ser estimada pelo mesmo modelo utilizado para determinação dos valores de eficiência de deposição de tecidos utilizados para cálculo da eficiência de uso da energia metabolizável para ganho.
4. As eficiências de deposição de energia na forma de proteína e gordura para fêmeas Nelore em crescimento são de 0,25 e 0,83, respectivamente.
5. A eficiência de uso da proteína metabolizável para ganho em fêmeas Nelore jovens é de 0,42.
6. Fêmeas Nelore jovens que tiverem maiores taxas de GMD podem atingir grau de maturidade com menor peso corporal.
7. Os requisitos líquidos por kg de ganho de peso de Ca, P, Mg, Na e K diminuem com o aumento do peso vivo para fêmeas Nelore.
8. Novilhas Nelore confinadas durante a fase de crescimento recebendo dieta com 45% de concentrado e silagem de milho como volumoso apresentam melhor desempenho do que aquelas alimentadas com 22,5% de concentrado.
9. O ganho médio diário, eficiência alimentar, consumo de matéria seca, consumo de nutrientes digestíveis totais, consumo de proteína bruta e de fibra em detergente neutro, quando expressos em porcentagem do peso corporal, são influenciados pelo tempo de confinamento dos animais, sendo maiores nos períodos iniciais de confinamento.

10. As digestibilidades aparentes da matéria seca e dos nutrientes, bem como a eficiência de síntese de proteína microbiana, não sofrem variações significativas em função do nível de concentrado na dieta, quando novilhas Nelore jovens são alimentadas com 22,5 ou 45% de concentrado na dieta.
11. Fêmeas Nelore abatidas jovens apresentam adequado rendimento de carcaça e de cortes básicos e podem atingir maturidade para abate, expressa em espessura de gordura subcutânea (mínimo de 3 mm) a partir de 274 kg de peso corporal, ou 10 @ de carcaça.
12. A composição química da cabeça, dos pés e do sangue de bovinos pode ser estimada a partir do peso de corpo vazio e da composição química da carcaça, de forma a não ser necessária a dissecação completa, no caso da cabeça e dos pés, reduzindo a mão-de-obra e o custo com análises químicas.

APÊNDICE

Tabela 1 – Número do animal, dias de confinamento (DC), dias de confinamento (DC), tratamento (nível de concentrado, % da matéria seca), data de abate, peso corporal em jejum inicial (PCji), peso corporal em jejum final (PCjf) e peso corporal médio de novilhas Nelore em crescimento

Animal	DC	Tratamento	Data Abate	PCji	PCjf	PC médio
1	84	45	04/12/2008	209,0	315,0	262,00
2	168	45	26/02/2009	187,5	352,5	270,00
3	42	22,5	23/10/2008	216,5	267,0	241,75
4	REF		09/09/2008	169,0	169,0	169,00
5	168	22,5	26/02/2009	169,5	304,5	237,00
6	126	22,5	15/01/2009	185,0	285,0	235,00
7	159	22,5	17/02/2009	178,5	182,0	180,25
8	159	22,5	17/02/2009	154,0	156,5	155,25
10	REF		09/09/2008	207,5	207,5	207,50
11	126	22,5	15/01/2009	156,0	252,0	204,00
12	126	45	15/01/2009	133,5	235,0	184,25
13	168	22,5	26/02/2009	138,0	248,5	193,25
15	84	22,5	04/12/2008	157,5	210,0	183,75
16	159	22,5	17/02/2009	182,5	184,0	183,25
17	168	45	26/02/2009	139,5	290,0	214,75
18	84	22,5	04/12/2008	136,5	196,5	166,50
19	42	45	23/10/2008	158,0	210,0	184,00
20	126	45	15/01/2009	167,5	260,0	213,75
21	REF		09/09/2008	126,5	126,5	126,50
22	84	45	04/12/2008	146,0	225,0	185,50
27	REF		09/09/2008	156,0	156,0	156,00
28	42	45	15/12/2008	201,0	244,5	222,75
29	42	22,5	15/12/2008	209,0	245,5	227,25

Tabela 2 – Número do animal, dias de confinamento (DC), dias de confinamento (DC), tratamento (nível de concentrado, % da matéria seca), peso de corpo vazio inicial (PCVZi), peso de corpo vazio final (PCVZf), peso de corpo vazio médio (PCVZm) e percentagem do PCVZ em relação ao peso corporal final (%PCVZf) de novilhas Nelore em crescimento

Animal	DC	Tratamento	PCVZi	PCVZf	PCVZm	%PCVZf
1	84	45	176,90	282,0	229,45	0,8953
2	168	45	158,70	317,7	238,18	0,9012
3	42	22,5	183,25	231,0	207,14	0,8653
4	REF		141,44	141,4	141,44	
5	168	22,5	143,47	270,2	206,81	0,8872
6	126	22,5	156,59	255,2	205,89	0,8954
7	MANT	22,5	151,08	158,8	154,96	0,8727
8	MANT	22,5	130,35	137,1	133,74	0,8762
10	REF		176,53	176,5	176,53	
11	126	22,5	132,04	233,8	182,94	0,9280
12	126	45	113,00	213,0	163,00	0,9064
13	168	22,5	116,80	218,4	167,59	0,8788
15	84	22,5	133,31	186,5	159,89	0,8880
16	MANT	22,5	154,47	164,2	159,34	0,8925
17	168	45	118,07	264,0	191,03	0,9103
18	84	22,5	115,53	175,2	145,36	0,8915
19	42	45	133,73	184,3	159,02	0,8776
20	126	45	141,77	235,0	188,39	0,9039
21	REF		107,74	107,7	107,74	
22	84	45	123,58	206,8	165,21	0,9193
27	REF		132,04	132,0	132,04	
28	42	45	170,13	216,1	193,10	0,8837
29	42	22,5	176,90	216,4	196,67	0,8816

Tabela 3 – Número do animal, dias de confinamento (DC), dias de confinamento (DC), tratamento (nível de concentrado, % da matéria seca), ganho médio diário (GMD, kg/dia), ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ, kg/dia), peso de carcaça inicial (CARCi, kg, estimado), peso de carcaça final (CARCf, kg, estimado) e unidade de tamanho metabólico (UTM, kg) de novilhas Nelore em crescimento

Animal	DC	Tratamento	GMD	GPCVZ	CARCi	CARCf	UTM
1	84	45	1,262	1,251	105,07	177,20	68,82
2	168	45	0,982	0,946	94,26	195,60	75,24
3	42	22,5	1,202	1,138	108,84	137,20	59,26
4	REF				84,15	84,15	41,01
5	168	22,5	0,804	0,754	85,21	160,55	66,64
6	126	22,5	0,794	0,783	93,01	154,85	63,85
7	MANT	22,5	0,022	0,049	89,74	96,15	44,74
8	MANT	22,5	0,016	0,043	77,42	83,20	40,07
10	REF				107,95	107,95	48,43
11	126	22,5	0,762	0,808	78,43	144,55	59,80
12	126	45	0,806	0,794	67,12	130,45	55,76
13	168	22,5	0,658	0,605	69,38	128,90	56,81
15	84	22,5	0,625	0,633	79,18	111,90	50,46
16	MANT	22,5	0,009	0,061	91,75	100,95	45,87
17	168	45	0,896	0,868	70,13	155,75	65,49
18	84	22,5	0,714	0,710	68,62	105,15	48,15
19	42	45	1,238	1,204	79,43	110,05	50,02
20	126	45	0,734	0,740	84,21	142,50	60,02
21	REF				63,75	63,75	33,44
22	84	45	0,940	0,991	73,40	123,80	54,54
27	REF				74,35	74,35	38,95
28	42	45	1,036	1,094	101,05	133,75	56,36
29	42	22,5	0,869	0,942	105,07	125,40	56,43

Tabela 4 – Número do animal e composição química centesimal da carcaça de novilhas Nelore em crescimento

Animal	% PB	% EE	% Cinzas	% H₂O	% P	% Ca	% Mg	% Na	% K
1	16,82%	16,54%	5,50%	61,14%	1,57%	2,34%	0,05%	0,10%	0,21%
2	15,37%	24,97%	4,79%	54,87%	1,43%	2,15%	0,04%	0,11%	0,20%
3	16,45%	18,24%	5,83%	59,48%	1,37%	2,45%	0,05%	0,09%	0,19%
4	17,56%	9,51%	7,34%	65,59%	1,60%	2,97%	0,06%	0,10%	0,20%
5	16,03%	19,16%	5,49%	59,31%	1,70%	2,67%	0,05%	0,12%	0,20%
6	17,84%	14,18%	5,29%	62,69%	1,30%	2,29%	0,04%	0,11%	0,22%
7	17,95%	11,26%	5,76%	65,04%	1,51%	2,80%	0,05%	0,10%	0,24%
8	17,97%	10,99%	6,18%	64,86%	1,53%	2,95%	0,06%	0,11%	0,23%
10	20,03%	9,68%	6,78%	63,51%	1,83%	3,25%	0,05%	0,11%	0,27%
11	20,54%	13,66%	5,12%	60,69%	1,32%	2,22%	0,06%	0,12%	0,29%
12	17,70%	12,63%	5,76%	63,91%	1,48%	2,53%	0,06%	0,11%	0,24%
13	15,73%	20,45%	4,90%	58,93%	1,50%	2,39%	0,05%	0,12%	0,20%
15	18,95%	9,43%	7,68%	63,94%	2,10%	3,69%	0,09%	0,15%	0,24%
16	17,89%	13,89%	5,65%	62,57%	1,53%	2,71%	0,06%	0,21%	0,21%
17	16,17%	20,29%	5,41%	58,12%	1,56%	2,29%	0,05%	0,17%	0,20%
18	17,77%	10,47%	6,11%	65,65%	1,54%	2,69%	0,07%	0,10%	0,23%
19	17,47%	13,64%	6,78%	62,11%	1,68%	2,89%	0,07%	0,11%	0,21%
20	17,71%	13,30%	5,76%	63,23%	1,48%	2,58%	0,07%	0,10%	0,20%
21	17,88%	8,62%	7,95%	65,55%	2,02%	3,47%	0,08%	0,11%	0,22%
22	16,69%	15,27%	5,78%	62,27%	1,59%	2,59%	0,06%	0,11%	0,20%
27	15,76%	4,09%	9,33%	70,83%	2,49%	4,34%	0,08%	0,20%	0,16%
28	18,12%	9,97%	5,83%	66,07%	1,62%	2,67%	0,06%	0,14%	0,24%
29	17,50%	11,62%	7,63%	63,25%	2,24%	3,81%	0,08%	0,16%	0,23%

Tabela 5 – Número do animal e composição física do corpo vazio de novilhas Nelore em crescimento, onde OV = órgãos e vísceras, C+G = carne + gordura, O.Carc = ossos da carcaça, O.Cab = ossos da cabeça, O.Pés = ossos dos pés, TMC = tecido mole da cabeça e TMP = tecido mole dos pés

Animal	% OV	% C+G	% O.Carc	% Couro	% O.Cab	% O.Pés	% TMC	% TMP	% Sangue
1	15,60%	53,03%	9,81%	11,47%	1,57%	1,45%	1,36%	0,49%	3,86%
2	17,21%	52,84%	8,74%	12,28%	1,48%	1,30%	1,29%	0,45%	3,15%
3	17,12%	48,70%	10,68%	11,48%	1,91%	1,65%	2,06%	0,48%	4,38%
4	16,11%	46,75%	12,74%	10,78%	2,44%	2,24%	1,99%	0,55%	4,44%
5	15,61%	48,67%	10,75%	14,17%	1,70%	1,55%	1,54%	0,49%	3,98%
6	16,25%	50,08%	10,60%	12,12%	1,98%	1,51%	1,44%	0,40%	4,77%
7	14,58%	47,07%	13,47%	11,87%	2,33%	2,20%	1,95%	0,59%	3,98%
8	13,73%	46,85%	13,83%	11,70%	2,51%	2,44%	2,07%	0,64%	4,15%
10	15,00%	49,41%	11,74%	10,49%	2,22%	1,93%	1,88%	0,51%	4,96%
11	15,46%	52,04%	9,77%	11,58%	1,99%	1,58%	1,73%	0,44%	3,80%
12	14,63%	50,32%	10,92%	13,17%	1,72%	1,59%	1,70%	0,52%	3,63%
13	16,79%	48,24%	10,79%	13,08%	2,03%	1,72%	1,75%	0,49%	3,74%
15	15,40%	46,32%	13,68%	12,79%	1,98%	2,14%	1,42%	0,52%	3,87%
16	14,79%	47,25%	14,22%	10,78%	3,00%	2,07%	1,99%	0,53%	3,55%
17	17,28%	49,51%	9,49%	13,53%	1,51%	1,54%	1,40%	0,58%	3,87%
18	15,93%	47,91%	12,11%	11,44%	2,14%	1,80%	1,80%	0,46%	4,73%
19	16,54%	47,39%	12,32%	12,33%	2,12%	1,82%	1,79%	0,47%	3,56%
20	14,41%	48,85%	11,79%	13,55%	1,80%	1,74%	1,54%	0,59%	4,21%
21	14,75%	44,38%	14,79%	13,22%	2,24%	2,59%	1,77%	0,58%	3,82%
22	16,25%	50,01%	9,84%	13,70%	1,61%	1,64%	1,50%	0,54%	3,23%
27	15,77%	40,14%	16,16%	13,32%	2,69%	2,90%	2,24%	0,85%	3,84%
28	14,30%	50,77%	11,13%	12,23%	1,91%	1,82%	1,63%	0,56%	3,92%
29	16,88%	45,82%	12,12%	12,30%	2,08%	1,80%	1,80%	0,55%	4,85%

Tabela 6 – Número do animal e composição química centesimal do corpo vazio de novilhas Nelore em crescimento

Animal	% PB	% EE	% Cinzas	% H₂O	% P	% Ca	% Mg	% Na	% K
1	16,76%	17,56%	4,38%	61,30%	1,24%	1,79%	0,04%	0,12%	0,17%
2	15,74%	24,92%	3,86%	55,48%	1,12%	1,65%	0,03%	0,12%	0,16%
3	16,35%	17,27%	4,72%	61,66%	1,15%	1,92%	0,04%	0,12%	0,15%
4	17,33%	8,69%	6,07%	67,91%	1,44%	2,44%	0,05%	0,13%	0,17%
5	16,54%	19,45%	4,43%	59,58%	1,32%	2,01%	0,04%	0,13%	0,15%
6	18,47%	14,76%	4,55%	62,23%	1,15%	1,89%	0,04%	0,14%	0,17%
7	18,23%	10,81%	4,98%	65,99%	1,28%	2,24%	0,04%	0,13%	0,19%
8	18,36%	10,00%	5,35%	66,29%	1,33%	2,38%	0,05%	0,14%	0,18%
10	18,90%	8,72%	5,64%	66,74%	1,54%	2,57%	0,04%	0,14%	0,20%
11	19,60%	14,98%	4,53%	60,89%	1,19%	1,88%	0,04%	0,14%	0,21%
12	17,80%	14,29%	4,62%	63,28%	1,22%	1,94%	0,05%	0,13%	0,19%
13	16,28%	19,27%	4,21%	60,24%	1,23%	1,89%	0,04%	0,13%	0,15%
15	18,58%	9,86%	5,88%	65,67%	1,59%	2,66%	0,06%	0,16%	0,19%
16	18,10%	13,46%	5,09%	63,35%	1,35%	2,27%	0,05%	0,19%	0,17%
17	16,75%	20,97%	4,21%	58,06%	1,19%	1,70%	0,04%	0,17%	0,16%
18	17,60%	11,65%	4,86%	65,88%	1,24%	2,03%	0,05%	0,13%	0,18%
19	17,54%	13,90%	5,30%	63,26%	1,33%	2,13%	0,05%	0,13%	0,17%
20	19,32%	12,52%	4,76%	63,40%	1,26%	2,00%	0,05%	0,14%	0,17%
21	17,85%	8,64%	6,34%	67,17%	1,63%	2,64%	0,06%	0,13%	0,17%
22	17,59%	14,37%	4,56%	63,48%	1,24%	1,90%	0,05%	0,13%	0,17%
27	15,82%	5,42%	7,09%	71,67%					
28	17,93%	10,55%	4,77%	66,74%	1,32%	2,04%	0,05%	0,15%	0,19%
29	16,71%	12,24%	5,71%	65,34%	1,65%	2,71%	0,05%	0,16%	0,17%

Tabela 7 – Número do animal, composição corporal (kg) e energia corporal (Mcal) final e inicial do corpo vazio (CVZ) de novilhas Nelore em crescimento

Animal	Energia CVZ final				Energia CVZ inicial*			
	PB (kg)	EE (kg)	Cinzas (kg)	Mcal	PB (kg)	EE (kg)	Cinzas (kg)	Mcal
1	47,26	49,52	12,35	731,70	31,88	15,36	10,64	324,15
2	50,01	79,16	12,26	1025,64	28,60	13,78	9,55	290,80
3	37,78	39,89	10,90	587,79	33,03	15,92	11,03	335,78
4	24,51	12,29	8,59	253,70				
5	44,69	52,54	11,96	745,60	25,86	12,46	8,63	262,89
6	47,12	37,66	11,60	619,53	28,22	13,60	9,42	286,93
7	28,96	17,16	7,90	324,53	27,23	13,12	9,09	276,84
8	25,17	13,71	7,34	270,78	23,49	11,32	7,84	238,85
10	33,35	15,40	9,95	332,80				
11	45,84	35,02	10,59	587,54	23,80	11,47	7,94	241,95
12	37,93	30,44	9,85	499,84	20,37	9,81	6,80	207,05
13	35,55	42,09	9,19	595,90	21,05	10,14	7,03	214,03
15	34,65	18,40	10,97	368,24	24,03	11,58	8,02	244,27
16	29,73	22,11	8,35	375,30	27,84	13,42	9,29	283,05
17	44,22	55,37	11,11	769,50	21,28	10,25	7,10	216,36
18	30,84	20,41	8,52	365,66	20,82	10,03	6,95	211,70
19	32,33	25,62	9,76	423,00	24,10	11,61	8,05	245,05
20	45,41	29,42	11,18	532,54	25,55	12,31	8,53	259,78
21	19,23	9,31	6,83	195,88				
22	36,38	29,73	9,43	484,41	22,27	10,73	7,44	226,44
27	20,89	7,16	9,36	185,07				
28	38,75	22,80	10,30	432,78	30,66	14,78	10,24	311,74
29	36,17	26,50	12,37	452,86	31,88	15,36	10,64	324,15

* Valores estimados.

Tabela 8 – Número do animal, dias de confinamento (DC), tratamento (nível de concentrado, % da MS) e conteúdos de PB e energia retidos no corpo vazio (saldo dos valores da Tabela 7) de novilhas Nelore em crescimento

Animal	DC	Tratamento	PB (kg)	Mcal	PB (kg/dia)	Mcal/dia
1	84	45	15,38	407,55	0,18	4,85
2	168	45	21,41	734,84	0,13	4,37
3	42	22,5	4,76	252,01	0,11	6,00
4	REF	REF				
5	168	22,5	18,83	482,71	0,11	2,87
6	126	22,5	18,90	332,60	0,15	2,64
7	159	MANT	1,73	47,69	0,01	0,30
8	159	MANT	1,68	31,93	0,01	0,20
10	REF	REF				
11	126	22,5	22,04	345,60	0,17	2,74
12	126	45	17,56	292,79	0,14	2,32
13	168	22,5	14,50	381,87	0,09	2,27
15	84	22,5	10,63	123,96	0,13	1,48
16	159	MANT	1,88	92,25	0,01	0,58
17	168	45	22,94	553,15	0,14	3,29
18	84	22,5	10,01	153,96	0,12	1,83
19	42	45	8,22	177,95	0,20	4,24
20	126	45	19,86	272,75	0,16	2,16
21	REF	REF				
22	84	45	14,11	257,97	0,17	3,07
27	REF	REF				
28	42	45	8,09	121,04	0,19	2,88
29	42	22,5	4,28	128,71	0,10	3,06

Tabela 9 – Número do animal, dias de confinamento (DC), tratamento (nível de concentrado, % da MS), consumo de energia digestível (CED), consumo de energia metabolizável (CEM) e produção de calor (PC) de novilhas Nelore em crescimento

Animal	DC	Tratamento	CED (Mcal)	CEM (Mcal)	CEM (Mcal/PCVZ ^{0,75} /dia)	PC (Mcal/PCVZ ^{0,75} /dia)
1	84	45	1884	1545	0,31	0,23
2	168	45	3295	2701	0,27	0,19
3	42	22,5	870	714	0,31	0,20
4	REF	REF				
5	168	22,5	2831	2322	0,25	0,20
6	126	22,5	2114	1733	0,25	0,20
7	159	MANT	1072	879	0,13	0,12
8	159	MANT	958	785	0,13	0,12
10	REF	REF				
11	126	22,5	1859	1525	0,24	0,19
12	126	45	1646	1350	0,23	0,18
13	168	22,5	2341	1919	0,25	0,20
15	84	22,5	1209	991	0,26	0,23
16	159	MANT	1091	895	0,13	0,11
17	168	45	3151	2584	0,30	0,24
18	84	22,5	1038	852	0,24	0,20
19	42	45	775	635	0,34	0,24
20	126	45	1861	1526	0,24	0,20
21	REF	REF				
22	84	45	1490	1221	0,32	0,25
27	REF	REF				
28	42	45	803	658	0,30	0,25
29	42	22,5	721	591	0,27	0,21

Tabela 10 – Número do animal, dias de confinamento (DC), tratamento (nível de concentrado, % da MS), ingestão de proteína bruta, ingestão de proteína metabolizável (CPmet) e proteína bruta retida (PB retida) no corpo vazio de novilhas Nelore em crescimento

Animal	DC	Tratamento	PB ingerida (g/PCVZ^{0,75}/dia)	CPmet (g/dia)	CPmet (g/PCVZ^{0,75}/dia)	PB retida (g/PCVZ^{0,75}/dia)
1	84	45	17,18	716	12,15	3,11
2	168	45	14,38	615	10,15	2,10
3	42	22,5	17,58	681	12,48	
4	REF	REF				
5	168	22,5	14,35	555	10,18	2,06
6	126	22,5	14,36	554	10,19	2,76
7	159	MANT	6,75	209	4,75	0,25
8	159	MANT	6,74	187	4,75	0,27
10	REF	REF				
11	126	22,5	13,88	491	9,86	3,52
12	126	45	12,97	419	9,18	3,05
13	168	22,5	13,83	457	9,81	1,85
15	84	22,5	14,80	472	10,49	2,81
16	159	MANT	6,76	214	4,77	0,26
17	168	45	16,44	597	11,62	2,66
18	84	22,5	13,67	406	9,70	2,85
19	42	45	18,81	608	13,58	4,37
20	126	45	13,05	469	9,23	3,10
21	REF	REF				
22	84	45	17,32	564	12,24	3,64
27	REF	REF				
28	42	45	16,58	607	11,71	3,72
29	42	22,5	14,81	550	10,48	1,94

Tabela 11 – Número do animal, dias de confinamento (DC), tratamento (nível de concentrado, % da MS), energia retida (ER) e percentagem de energia retida na forma de proteína (%ERp) de novilhas Nelore em crescimento

Animal	DC	Tratamento	ER (Mcal/PCVZ^{0,75}/dia)	%ERp
1	84	45	0,0823	21,29%
2	168	45	0,0721	16,43%
3	42	22,5	0,1099	10,65%
4	REF	REF		
5	168	22,5	0,0527	22,01%
6	126	22,5	0,0486	32,06%
7	159	MANT	0,0068	
8	159	MANT	0,0051	
10	REF	REF		
11	126	22,5	0,0551	35,98%
12	126	45	0,0509	33,83%
13	168	22,5	0,0488	21,42%
15	84	22,5	0,0328	48,35%
16	159	MANT	0,0129	
17	168	45	0,0641	23,39%
18	84	22,5	0,0438	36,69%
19	42	45	0,0946	26,06%
20	126	45	0,0426	41,08%
21	REF	REF		
22	84	45	0,0666	30,85%
27	REF	REF		
28	42	45	0,0556	37,69%
29	42	22,5	0,0584	18,77%

Tabela 12 – Número do animal, dias de confinamento (DC), tratamento (nível de concentrado, % da MS) e rendimento de cortes básicos (kg) nas carcaças de novilhas Nelore abatidas após serem confinadas na fase de recria

Animal	DC	Tratamento	Acém	Coxão	Alcatra	Paleta	Ponta de Agulha
1	84	45	16,50	27,65	16,18	15,65	11,60
2	168	45	19,40	27,55	19,85	19,35	12,65
3	42	22,5	14,70	19,20	14,15	11,15	8,35
4	REF	REF	8,70	14,10	8,45	7,45	4,30
5	168	22,5	17,60	23,30	14,80	13,85	10,20
6	126	22,5	15,75	23,15	15,25	14,30	9,55
7	159	MANT	9,90	15,40	9,05	8,50	4,75
8	159	MANT	7,90	13,45	7,50	8,40	3,55
10	REF	REF	10,15	17,80	10,20	10,40	5,65
11	126	22,5	15,90	22,25	13,20	13,25	9,20
12	126	45	15,55	19,15	12,10	11,85	7,05
13	168	22,5	14,55	19,40	12,35	11,60	7,40
15	84	22,5	11,10	17,65	10,40	10,50	6,10
16	159	MANT	11,00	16,25	9,35	9,05	5,20
17	168	45	16,55	22,80	14,05	14,10	10,65
18	84	22,5	11,30	15,70	9,90	9,50	6,15
19	42	45	12,25	16,05	10,95	9,55	6,80
20	126	45	13,45	22,45	14,35	13,50	8,40
21	REF	REF	6,30	10,15	6,00	6,50	2,45
22	84	45	10,95	18,75	11,52	11,85	7,90
27	REF	REF	7,40	11,45	6,35	7,95	3,65
28	42	45	13,70	22,07	12,65	12,30	6,80
29	42	22,5	12,90	19,65	11,60	11,65	6,60