

FABIANA LANA DE ARAÚJO

DESEMPENHO E EXIGÊNCIAS DE ENERGIA E PROTEÍNA DE BOVINOS
NELORE ESTRATIFICADOS POR CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *DoctorScientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2011

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

T

A663d
2011

Araújo, Fabiana Lana de, 1979-

Desempenho e exigências de energia e proteína de bovinos
Nelore estratificados por consumo alimentar residual /
Fabiana Lana de Araújo. – Viçosa, MG, 2011.
xvi, 83f. : il. ; 29cm.

Orientador: Augusto César de Queiroz.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 78-80

1. Nelore (Zebu) - Energia - Exigências. 2. Nelore (Zebu) -
Proteína - Exigências. 3. Nelore (Zebu) - Composição
corporal. 4. Nelore (Zebu) - Órgãos - Tamanho. 5. Nelore
(Zebu) - Consumo. I. Universidade Federal de Viçosa.
II. Título.

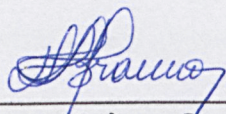
CDD 22. ed. 636.20852

FABIANA LANA DE ARAÚJO

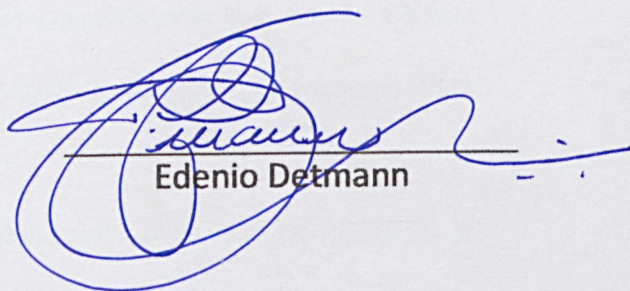
DESEMPENHO E EXIGÊNCIAS DE ENERGIA E PROTEÍNA DE BOVINOS
NELORE ESTRATIFICADOS POR CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL

Tese apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-graduação em
Zootecnia, para obtenção do título
de *Doctor Scientiae*.

Aprovada: 29 de novembro de 2011



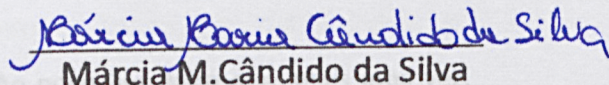
Renata Helena Branco
(Coorientadora)



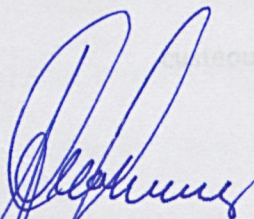
Edenio Detmann



Mário Luiz Chizzotti



Márcia M. Cândido da Silva



Augusto César de Queiroz
(Orientador)

Ao povo brasileiro que, mais uma vez,
custeou meus estudos.

DEDICO

AGRADEÇO...

A Deus por se fazer presente em todos os momentos (os fáceis e os difíceis) de minha vida;

A CAPES pela bolsa de estudos a mim concedida;

A Universidade Federal de Viçosa pelos ensinamentos e pelas oportunidades de crescimento;

A **TODOS** os Professores e Funcionários do Departamento de Zootecnia pela amizade, companheirismo e aprendizado durante estes 11 anos de convivência;

Aos funcionários, estagiários, bolsistas e pesquisadores do Instituto de Zootecnia pelo carinho com o qual fui recebida, pela convivência e pelo trabalho que tiveram em conduzir o meu experimento enquanto eu estava aqui na UFV;

Aos professores **Ciro Torres** e **Giovanni** por cederem a estrutura do laboratório de reprodução para a realização das análises gravimétricas;

Aos pós-graduandos da reprodução animal do DZO e do DVT, **Júlio Dias**, **Camila**, **Giselle**, **Ludmila**, **Pedro Ker**, **Daniel**, **Renan**, **Jurandir**, **Bruna (Uá)** e **Carolina (Colombiana)** pela companhia nos períodos de análises laboratoriais;

Aos companheiros de pós-graduação tanto da UFV quanto da UNESP Jaboticabal pela convivência e pela companhia durante o cumprimento das disciplinas. **Stefanie**, **Laura**, **João Paulo Toquinho**, **Palominha**, **Carla Heloisa**, **Nelcino**, **Isis Scatolin**, **Mozart Fonseca**, **Mateus Gionbelli**, **Tathiane Ramalho**, **Geraldo Bayão**, **Cláudia Sampaio**, **Karina Zorzi**, **Isis Lazzarini**, **ÉricDarlinsson**, **Dayane Iris**, **Rafael Mezzomo**, **Ivanna Moraes**, **Diego Mota** e **Bruna Rosa (Os Catitó)**, **André (Nego)**, **João Marcos (CU-nhado)**, **Amanda**, **Marcela Magalhães** e **Darcilene Figueiredo**;

Aos amigos e companheiros de pós-graduação **Gilson Louzada** e **Marcos Marcondes**, pela ajuda com as análises estatística, com a elaboração e discussão dos capítulos e pelas sugestões;

Às amigas da República de Jaboticabal **Gisele Sales**, **Miriam Fumiko** e **Ronilda Lana** pela hospedagem, amizade, companheirismo, pelos momentos de diversão e muita conversa;

Aos amigos de graduação especialmente a **Bruna Pena**, **Bruno** (Goiano), **Débora Paixão**, **Gledson Reis**, **Márcia Teixeira** e **Rafael Veloso** pela paciência e pelos conselhos sempre muito valiosos;

Aos amigos da VET 99, **Leonardo Oshio**, **Luciene Lignani** e **Bruno Hosken** pelas conversas, pelo carinho e por se fazerem presentes em minha vida;

A **Miriam Comis**, **Morgana Borges** e **Mariana Lorenção** por acreditarem que eu daria conta do recado, pelos Lambruscos abertos e pela amizade acima de qualquer coisa;

Aos amigos nativos **Victória Menjivar** e família, **Cristiane Fialho** e família, **Lúcia Dantas** e família, **Raimundo Nonato** e família, **Eduardo Souto** e família pela presença sempre muito prazerosa nos feriados e finais de semana;

A **Heloisa Godoy** pela ajuda na realização das análises laboratoriais durante os finais de semana e pelas tortinhas no Leão;

Ao **Eduardo Bonilha (Duca)** pela ajuda nos momentos de muito trabalho compartilhados e por se prontificar a vir para Viçosa no período de férias para me ajudar nas análises laboratoriais;

A **Camila Delveaux** e família por sacrificarem os finais de semana no laboratório, mas principalmente ao **Diego** que mesmo antes de nascer contribuiu imensamente para a conclusão de mais esta etapa da minha vida;

Ao **Fernando Mendes** e **Plínio** pela ajuda com as análises de minerais e pelos ensinamentos;

Ao **Wellington (WPC)** pelos momentos de reflexão ao som do mais puro *rock androll*, por cada mL de soluções preparados, por cada tubo de ensaio e cadinho emprestado, por cada reagente liberado e por me lembrar de respirar fundo antes de querer matar alguém;

A Doutora Renata Helena Branco Arnandes pela confiança, pela orientação, pela oportunidade e pela convivência sempre muito agradável. Ao **Edson** e ao **Guilherme Arnandes** por doar um pouquinho da esposa e mãe nos finais de semana, feriados e horários de descanso meu muito obrigada!

Ao Prof. Edenio Detmann pelas sugestões, pelas correções, pelas críticas sempre consistentes e pelos aconselhamentos;

A família Chizzotti, (**Fernanda, Luiggi e Lucas**) por cederem a atenção do marido e pai, respectivamente, para me ajudar MUUUUITO OBRIGADA!

Ao Prof. Mário Chizzotti pela prestimosa ajuda, pela dedicação e pelo empenho em ajudar na elaboração final deste trabalho, mas acima de tudo, por acreditar que eu seria capaz de realiza-lo mesmo quando nem eu mesma acreditava que conseguiria;

Ao Prof. Augusto César de Queiroz pela oportunidade desde a época da iniciação científica até o doutorado, pelos conselhos, pela liberdade de escolha e pelo apoio que nunca me faltou. E a **Valéria Vitarelli de Queiroz** por sempre me atender com tanto carinho nos finais de semana, feriados e férias, muito obrigada!

A **TODA MINHA FAMÍLIA** que sempre me apoiou e que sempre me incentivou a continuar caminhando, meu MUITÍSSIMO OBRIGADA, NÃO SEI O QUE SERIA DE MIM SEM VOCÊS!

BIOGRAFIA

Fabiana Lana de Araújo, filha de Maria Aparecida Lana de Araújo e José Maria Fernandes de Araújo, nasceu em Viçosa, no dia 18 de janeiro de 1979.

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

Em outubro de 2006, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Nutrição e Produção de Ruminantes, submetendo-se à defesa de dissertação em 28 de julho de 2008.

Em agosto de 2008, iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa, desenvolvendo seus estudos na área de Nutrição e Produção de Ruminantes, submetendo-se à defesa de tese em 29 de novembro de 2011.

SUMÁRIO

RESUMO	xi
ABSTRACT	xiii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	6
ESTUDO COMPARATIVO DE CONSUMO DE ALIMENTOS, DE DESEMPENHO, DE COMPOSIÇÃO DA CARÇAÇA E NÃO CARÇAÇA DE ANIMAIS ESTRATIFICADOS POR CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL (CAR)	
RESUMO	15
ABSTRACT	17
INTRODUÇÃO	18
MATERIAL E MÉTODOS	19
Análises laboratoriais para determinação da composição química das dietas:	20
Dieta.....	21
Animais	21
Classificação quanto ao Consumo Alimentar Residual (CAR).....	22
Abates e obtenção das amostras corporais.....	23
Análises estatística.....	24
RESULTADOS E DISCUSSÃO	25

CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	30
TABELAS E FIGURAS.....	32
EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE BOVINOS MACHOS NÃO CASTRADOS DA RAÇA NELORE	
ESTRATIFICADOS POR CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL – I ENERGIA	
RESUMO	39
ABSTRACT	39
INTRODUÇÃO	41
MATERIAL E MÉTODOS	42
Dieta.....	42
Animais	43
Classificação quanto ao Consumo Alimentar Residual (CAR).....	43
Abates e obtenção das amostras corporais.....	44
Análises laboratoriais para determinação da composição química	46
Análise dos dados	47
Predição do Consumo de Energia Metabolizável (CEM)	47
Predição da composição corporal inicial	47
Cálculo da energia retida (ER)	47
Cálculos de Exigência de energia	48
Análises estatística.....	49
RESULTADOS E DISCUSSÃO	49

Exigência de energia líquida para manutenção (EL _m).....	50
Exigência de energia metabolizável para manutenção (EM _m).....	52
Eficiência de utilização da energia para manutenção (k _m)	53
Eficiência de utilização da energia para ganho de peso (k _g).....	54
CONCLUSÃO	54
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	55
TABELAS E FIGURAS.....	58
EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE BOVINOS MACHOS NÃO CASTRADOS PERTENCENTES A RAÇA NELORE ESTRATIFICADOS POR CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL – II PROTEÍNA	
RESUMO	60
ABSTRACT	62
INTRODUÇÃO	64
MATERIAL E MÉTODOS	65
Dieta.....	65
Animais	66
Classificação quanto ao Consumo Alimentar Residual (CAR).....	66
Abates e obtenção das amostras corporais.....	67
Análises laboratoriais para determinação da composição química	69
Análise dos dados	70
Predição do Consumo de Proteína Metabolizável (CPMet)	70
Predição da composição corporal inicial	70

Cálculo da energia retida (ER)	70
Exigência de proteína metabolizável para manutenção (PMet _m)	71
Exigência de proteína líquida para manutenção (PL _m)	72
Cálculo da proteína líquida para ganho (PL _g)	72
Análises estatística.....	72
RESULTADOS E DISCUSSÃO	73
Exigência de proteína para manutenção	73
Exigência de proteína líquida para manutenção (PL _m)	75
Exigência de proteína para ganho (PL _g)	75
Eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho (k _g)	78
CONCLUSÃO	79
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
TABELAS E FIGURAS.....	81

RESUMO

ARAÚJO, Fabiana Lana de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2011. **Desempenho e exigências de energia e proteína de bovinos Nelore estratificados por consumo alimentar residual.** Orientador: Augusto César de Queiroz. Co-orientadora: Renata Helena Branco.

Foram realizados dois experimentos de abate comparativos envolvendo 40 bovinos Nelore, não castrados, estratificados por consumo alimentar residual com peso corporal médio de 413 kg e idade média de 18 meses, para determinar as exigências líquidas de energia e proteína para manutenção e ganho de peso. Foram abatidos 9 animais no início do experimento para determinação da composição corporal inicial. Os animais remanescentes foram aleatoriamente alocados em dois níveis de alimentação: alimentação *ad libitum* e alimentação restrita (65 g de MS/ kg PV) contendo 80% da matéria seca proveniente da ração concentrada e 20% da matéria seca proveniente do feno de braquiária brizantha. As dietas dos dois anos foram calculadas de forma a serem isoenergéticas e isoprotéicas. O período experimental foi de 112 dias, sendo que os animais eram destinados para o abate quando atingiam 4 mm de espessura de gordura. O trato digestório vazio, órgãos, carcaças, cabeça, couro, cauda, patas, sangue e demais tecidos foram pesados para determinar o peso do corpo vazio (PCVZ). Após terem sido serradas em pedaços menores e terem sido congeladas as partes foram moídas separadamente, homogeneizadas e amostradas para realização das análises químicas. O consumo de matéria seca foi mensurado diariamente e individualmente. Foram analisados dados referentes à carcaça, peso de órgãos e vísceras, ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ), ganho médio diário (GMD), consumo de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT), rendimento de cortes primários, proporção de frações comestível, ossos e aparas. Para cálculo das exigências foi utilizado o antilog do intercepto da regressão linear do log da produção de calor (PC) com o consumo de energia metabolizável (CEM) para estimar a exigência líquida de energia para a manutenção (EL_m , kcal/kg PCVZ^{0,75}/dia). A exigência de energia metabolizável para manutenção foi obtida com auxílio do método iterativo, assumindo que o requerimento de manutenção é o ponto onde o CEM iguala à PC na seguinte equação $PC = \beta_0 * e^{\beta_1 * CEM}$. O coeficiente de inclinação da regressão da energia retida no CEM foi adotado como sendo a eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho (k_g). De maneira alternativa, o intercepto dividido pelo k_g foi utilizado para calcular a exigência de energia metabolizável para manutenção. A exigência de

proteína metabolizável para manutenção foi calculada através da equação $CPMet_m = \beta_0 + \beta_1 * PV$, em que β_0 = estimativa da exigência de proteína metabolizável para manutenção ($PMet_m$); β_1 = eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho e PV = peso corporal (kg). Os dados referentes ao consumo, desempenho e composição de carcaça e não carcaça foram analisados segundo delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2x2x2. As exigências nutricionais de energia e proteína foram analisadas utilizando um modelo aleatório considerando o efeito de experimento como efeito aleatório e o nível de alimentação e o grupo de CAR como efeitos fixos. Para o experimento descrito observou-se diferença quanto ao consumo de matéria seca e demais nutrientes dietéticos entre os diferentes grupos CAR, já no que diz respeito ao desempenho animal e composição de carcaça e não carcaça observou-se diferença quanto ao nível de alimentação. Não houve diferença para as exigências de energia para manutenção e exigência de energia para ganho entre os diferentes grupos de CAR. A exigência de proteína para manutenção também não foi observada diferença entre os grupos CAR assim como também para as exigências de proteína para ganho.

ABSTRACT

ARAÚJO, Fabiana Lana de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, November, 2011. **Performance and energy and protein requirements of Nelore stratified by residual feed intake.** Adviser: Augusto César de Queiroz. Co-adviser: Renata Helena Branco.

Two experiments were conducted involving 40 comparative slaughter Nelore steers stratified by residual feed intake with body weight of 413 kg and an average age of 18 months, to determine the net requirements of energy and protein for maintenance and weight gain. Nine animals were slaughtered at the beginning of the experiment to determine initial body composition. The remaining animals were randomly allocated in two levels of feed: fed *ad libitum* and restricted feeding (65 g DM/kg BW) containing 80% of dry matter from the concentrate diet and 20% of dry matter from the *Brachiaria brizantha* hay. The diets of the two experiments were calculated to be isocaloric and isonitrogenous. Each experimental period was 112 days, and the animals were destined for slaughter when they reached 4 mm thick fat. The empty digestive tract, organs, carcass, head, leather, tail, feet, blood and other tissues were weighed to determine the empty body weight (EBW). After being sawn into smaller pieces and have been frozen parts were ground separately, mixed and sampled for the chemical analyzes. The dry matter intake was measured daily and individually. Data relating to the carcass, organs and viscera weight gain, empty body weight (EBW), average daily gain (ADG), dry matter intake (DM), mineral matter (MM), crude protein (CP), extract ether (EE), neutral detergent fiber (NDF), non-fiber carbohydrates (NFC), total digestible nutrients (TDN) yield primary cuts, proportion of edible fractions, bones and trimmings. To calculate the requirements we used the antilog of the intercept of the linear regression of log heat production (PC) with energy intake (CEM) to estimate the net energy requirement for maintenance (NEm, kcal/kg PCVZ^{0.75}/day). The metabolizable energy requirement for maintenance was achieved with the aid of the interactive method, assuming that the application for maintenance is the point where the EMF equals the equation $PC = \beta_0 * e^{\beta_1 * CEM}$. The slope of the regression equation of retained energy in CEM was adopted as the efficiency of utilization of metabolizable energy for gain (k_g). Alternatively, kilograms divided by the intercept was used to calculate the metabolizable energy requirement for maintenance. The requirement of metabolizable protein for maintenance was calculated from the equation $CP_{Met_m} = \beta_0 + \beta_1 * PV$, where β_0 = estimation of requirement of metabolizable protein for maintenance (PMet_m); β_1 = efficiency of utilization of metabolizable energy for gain and BW = body weight (kg). The data relating to consumption, performance and carcass composition and carcass were not analyzed according to a completely randomized design in a factorial 2x2x2.

The nutritional requirements of energy and protein were analyzed using a random model considering the effect of the experiment as a random effect and the level of supply and CAR group as fixed effects. Observed difference in dry matter intake and other dietary nutrients between different groups CAR, already with regard to animal performance and carcass composition and carcass there was no difference in the level of supply. There was no difference in the energy requirements for maintenance and energy requirement for gain between the different groups of CAR. The protein requirement for maintenance also no significant differences between groups for CAR as well as protein requirements for weight gain.

INTRODUÇÃO GERAL

A bovinocultura de corte brasileira atravessou algumas décadas mantendo baixos índices de produtividade, em decorrência de crises econômicas falta de incentivo do governo e incertezas no que diz respeito ao mercado. Neste período, o investimento em gado representava uma fonte de investimento de capital de reserva segura e, desta forma, o desempenho produtivo do animal e por unidade de área não era considerado como sendo de grande importância, de modo que, mesmo mantendo elevadas idades de abate (superior a cinco anos), avançada idade ao primeiro parto, reduzida taxa de natalidade e reduzida taxa de desfrute de animais, ainda era possível obter retorno do capital investido em níveis satisfatórios (CABRAL et al., 2011).

Nos anos 2000 o foco do pecuarista muda consideravelmente, uma vez que o mercado consumidor passa a ditar o tipo de produto a ser comercializado, de forma a exigir de maneira indireta que a produção de carne bovina se torne mais eficiente tanto produtiva quanto economicamente. Para atender as novas exigências que ditam o ritmo de produção foi necessário buscar por animais que manifestassem bom desempenho de forma a permitir abates com idade inferior aos 60 meses anteriormente alcançados e com menor custo de produção uma vez que aproximadamente 70% dos custos de produção de bovinos é proveniente do custo com alimentação dos mesmos.

Uma das formas de reduzir o custo de produção é explorar de maneira mais eficiente as áreas de pastagem disponíveis, otimizando o uso dos recursos basais. Desta maneira, teremos um menor desembolso durante, pelo menos, uma fase da vida dos animais e conseqüentemente, redução do custo de produção final. A adoção do confinamento, principalmente na fase de terminação permite que os animais alcancem o peso desejado para abate mais rapidamente e com conformação de carcaça desejado pelo mercado consumidor. Porém, alterações no sistema de produção de carne para um sistema que se mostrasse mais

intensificado não foram suficientes para alcançar os índices exigidos pelo mercado consumidor, o custo com a alimentação dos animais ainda se mostrava elevado principalmente quando eram utilizados animais de baixo potencial produtivo. Então, buscou-se por animais mais bem adaptados às condições tropicais considerando a maior tolerância a parasitas, melhor desempenho em relação aos taurinos quando explorados em sistemas extensivos com dietas de menor concentração energética como é o caso das pastagens tropicais(CHIZZOTTI 2007).

Mudando um pouco o foco desta explanação e passando a considerar os programas de melhoramento genéticos adotados na pecuária de corte, é possível observar que grande parte destes, tem por objetivo o aumento de peso às diferentes idades, incremento do ganho médio diário (GMD), aumento da precocidade sexual e eficiência reprodutiva, melhorias das características de carcaça e até mesmo desempenho reprodutivo (LANNA e ALMEIDA, 2004), sem atentar para a redução dos custos com alimentação, não havendo preocupação para a redução da quantidade de alimento consumido por cada quilo de carne produzida. Porém, nos últimos oito anos pesquisas vêm sendo conduzidas com o intuito de conciliar o aumento do desempenho animal sem que haja o aumento dos requerimentos nutricionais destes animais e conseqüentemente aumento dos custos de produção. Sendo assim, diversos estudos vêm sendo conduzidos em diversas instituições de ensino e pesquisa por todo território nacional buscando por animais que sejam mais eficientes nutricionalmente sem perder a eficiência produtiva.

Segundo NKRUMAH et al. (2006) melhorias na eficiência alimentar podem acarretar na redução de custos e melhorias da eficiência do sistema de produção. Estudos demonstraram que melhoria de 5% na eficiência alimentar pode refletir em benefício econômico quatro vezes superior ao aumento de mesma magnitude no ganho de peso diário (GIBB e McALLISTER, 1999). Assim, a seleção de animais que são naturalmente mais eficientes, pode ser mais uma ferramenta para reduzir os custos de produção, uma vez que sejam utilizados animais mais

eficientes e esses animais apresentem boa capacidade de transmitir esta característica para sua progênie o que resulta em redução do custo com alimentação de animais do nascimento ao abate incluindo os animais de reposição do rebanho conforme SMITH (2009). Grande parte das medidas de eficiência alimentar, como é o caso da conversão alimentar e a eficiência alimentar propriamente dita, está intimamente relacionada a características de desempenho e conseqüentemente aumento do tamanho do animal adulto o que torna pouco interessante economicamente para os sistemas de produção. Segundo CARSTENS et al.,(2006) o consumo de alimentos, bem como os requerimentos nutricionais estão diretamente relacionados ao tamanho do animal adulto. Sendo assim, programas de melhoramento genético que possuem a conversão alimentar (CA) como um dos critérios de seleção podem apresentar como consequência o aumento do peso e tamanho dos animais a maturidade e, conseqüentemente, aumento dos requerimentos nutricionais, o que não é desejável para os sistemas de produção atuais que visam a maior produção de carne tendo o menor custo possível. O que é pouco interessante para os sistemas de produção de gado de corte praticados no Brasil onde devem ser consideradas as variações sazonais da produção de forragens que, ainda é a base da alimentação do rebanho comercial, e pode comprometer o desempenho animal devido à maior exigência nutricional destes animais.

Quando consideramos as diferentes formas de avaliar a eficiência alimentar dos animais devemos nos atentar para fatores intrínsecos a cada uma das variáveis como, por exemplo, a CA apresenta inabilidade com relação à capacidade de utilização do alimento para a manutenção conforme FERRELL & JENKINS (1998). E como já foi explicitado pelo NRC (1996), aproximadamente 75% do custo energético proveniente da dieta, da produção de bovinos de corte são utilizados para a manutenção dos animais. As exigências energéticas para manutenção apresentam variabilidade genética de moderada a alta ($h^2 = 0,22$ a $0,70$), o que corrobora com BASARAB et al. (2003) e sugere uma oportunidade para seleção de animais mais eficientes. Porém, LANNA e ALMEIDA (2005) relataram que a seleção direta visando à redução das

exigências para manutenção se torna impraticável um vez que se faz necessária à identificação dos animais eficientes por meio da mensuração do consumo individual de cada um, o que dificulta consideravelmente o processo de identificação destes animais assim como se tem o aumento do custo com esse tipo de identificação.

KOCH et al., (1963) propuseram o conceito de Consumo Alimentar Residual (CAR) que foi definido como sendo a diferença entre o consumo real ou observado do animal em relação ao consumo predito para um mesmo nível de produção, ou seja, o consumo predito deve ser calculado considerando o mesmo peso do animal e o mesmo nível de produção deste. O resultado desta diferença ou o resíduo obtido é fenotipicamente independente da taxa de crescimento sendo mais indicado para ser utilizado em programas de seleção do que as taxas de conversão alimentar conforme afirmam KENNEDY et al., (1993); ARCHER et al., (2002); e BACKER et al., (2006).

Mais recentemente, buscando conhecer a quantidade de alimento requerida pelo animal, estudos foram realizados com a abordagem de regressão fenotípica como ARCHER et al., (1997); ARTHUR et al., (2001)e; CREWS et al., (2003) onde o consumo de alimentos foi ajustado de acordo com o nível de produção através da regressão do consumo sobre o GMD e peso corporal metabólico ($PV^{0,75}$).

O consumo alimentar residual (CAR) deve ser fenotipicamente independente do crescimento e do peso corporal utilizado no procedimento de regressão uma vez que a variação destas características foi removida conforme HERRING& BERTRAND (2002). Assim, o modelo estatístico considerado foi:

$$Y = \beta_0 + \beta_1(\text{GMD}) + \beta_2(\text{PV})^{0,75} + \text{erro residual}$$

onde Y é o CMS esperado; β_0 é o intercepto da regressão; β_1 é o coeficiente de regressão parcial do CMS diário em relação ao GMD; β_2 é o coeficiente de regressão parcial do CMS diário do *mid-test* do $PV^{0,75}$ e o CAR é o erro residual.

O CAR possui distribuição normal e média igual a zero ($RFI \sim N(0, \sigma_{RFI})$). A regressão parcial do modelo de estimação é independente do CAR devido ao método de estimação que faz com que o CAR seja independente da produção e a variação existente no CAR e segundo JOHNSON et al. (2003) e HERD et al.(2004) pode ser atribuída a: ingestão de alimentos, digestão de alimentos, incremento calórico, *turnover* protéico e metabolismo em todos os tecidos, comportamento alimentar, composição da taxa de ganho, peso corporal, dentre outros fatores ainda pouco compreendidos, o que concorda com SMITH (2009).

O consumo de alimentos esperado é determinado através de equações de estimação, e uma vez determinado, o CAR é calculado subtraindo o consumo de alimento observado do valor de consumo estimado para o determinado nível de produção. De maneira generalizada, animais que apresentaram valor de CAR positivo significa que o consumo de alimentos necessário para aquele nível de produção é superior ao estimado o que reflete menor eficiência do animal em utilizar os nutrientes para crescimento e o inverso se faz verdade. Aliado a isso ainda deve ser considerada que os animais alto CAR apresentam maior produção de calor proveniente do metabolismo do animal em relação aos animais que apresentaram menor CAR por serem estes últimos mais eficientes no uso da energia destinada aos processos que compreendem a manutenção, como neste exemplo, o controle da temperatura corporal. A deposição de tecido muscular também é considerada como fator que, de certa forma, pode ser alterado com os diferentes CAR uma vez que animais de baixo CAR apresentaram menores concentrações plasmáticas de proteína e uréia sendo considerado por RICHARDSON et al. (2004) como indício de que há uma menor taxa de *turnover* protéico nestes animais comparativamente aos animais alto CAR, logo é esperado que animais pertencentes a este grupo (baixo CAR) apresentem maior teor de proteína na carcaça quando comparado com animais do grupo alto CAR como demonstrado por RICHARDSON et al., (2001).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCHER, J. A et al. (1997). "Optimum postweaning test for measurement of growth rate, feed intake, and feed efficiency in British breed cattle." **Journal of Animal Science** 75: 2024-2032.
- ARTHUR, P. F., et al. (2001). "Genetic and phenotypic variance and covariance components for feed intake, feed efficiency, and other postweaning traits in Angus cattle." *Journal of Animal Science* 79: 2805-2811.
- BASARAB, J. A., et al. (2003). "Residual feed intake and body composition in young growing cattle." *Canadian Journal of Animal Science* 83: 189-204.
- CABRAL, L. S., et al. (2011). Oportunidades e entraves da Pecuária de Corte Brasileira. In: **Simpósio Matrossense de Bovinocultura de Corte**. Cuiabá - MT.
- CARSTENS, G. E. e L. O. TEDESCHI (2006). **Defining feed efficiency in beef cattle**. Beef Improvement Federation, 38, Choctaw, Mississippi.
- CHIZZOTTI, M. L. (2007). Nutrient requirements of Nelore cattle, purebred and crossbred, of different sexual groups. **Animal Science**. Viçosa, MG, Brazil, Federal University of Viçosa: 101.
- GIBB, D. J. e T. A. McALLISTER (1999). "The impact of feed intake and feeding behavior of cattle on feedlot and feedbunk management." **Proc. 20th Western Nutr. Conf., Calgary, Alberta**_: Pages 101-116.
- HERD, R. M., et al. (2004). "Biological basis for variation in residual feed intake in beef cattle. 1. Review of potential mechanisms." **Australian Journal of Experimental Agriculture**44: 423-430.
- HERRING, W. O. e J. K. BERTRAND (2002). **Multi-trait prediction of feed conversion in feedlot cattle**. Proceedings of the Beef Improvement Federation, 34, Omaha, NE
- JOHNSON, D. E., et al. (2003). "The history of energetic efficiency research: Where have we been and where are we going?" **Journal of Animal Science**81(Suppl. 1): E27-E38.
- KENNEDY, B. W., et al. (1993). "Genetic and statistical properties of residual feed intake." **Journal of Animal Science**71: 3239-3250.
- KOCH, R. M., et al. (1963). "Efficiency of feed use in beef cattle." **Journal of Animal Science** 22: 486-494
- LANNA, D. P. D. e R. ALMEIDA (2004). "Exigências nutricionais e melhoramento genético para eficiência alimentar: experiências e lições para um projeto nacional." In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. Palestra... Campo Grande, SBZ, 2004**._
- NKRUMAH, J. D., et al. (2006). "Relationships of feedlot feed efficiency, performance, and feeding behavior with metabolic rate, methane production, and energy partitioning in beef cattle." **Journal of Animal Science**84: 145-153.

RICHARDSON, E. C., et al. (2004). "Metabolic differences in Angus steers divergently selected for residual feed intake." **Australian Journal of Experimental Agriculture**44: 441-452.

RICHARDSON, et al. (2001). **Variation in body composition, activity and other physiological processes and their associations with feed efficiency**. Feed Efficiency in Beef Cattle; Proceedings of the Feed Efficiency Workshop, Armidale, Australia, CRC for Cattle and Beef Quality, C.J. Hawkins Homestead, University of New England.

SMITH, S. N. (2009). "RESIDUAL FEED INTAKE OF ANGUS CATTLE DIVERGENTLY SELECTED FOR FEED CONVERSION RATIO." **The OhioStateUniversity**.

**ESTUDO COMPARATIVO DE CONSUMO DE ALIMENTOS, DE DESEMPENHO, DE COMPOSIÇÃO
DA CARÇA E NÃO CARÇA DE ANIMAIS ESTRATIFICADOS POR CONSUMO ALIMENTAR
RESIDUAL (CAR)**

RESUMO - Objetivou-se comparar as características de consumo de alimentos, desempenho, composição da carcaça, tamanho de órgãos e vísceras, proporção de órgãos externos e proporção de cortes primários bem como sua composição em porção comestível, tecidos ósseo e adiposo de animais previamente classificados segundo ao consumo alimentar residual (CAR) em alto CAR (A_CAR) e baixo CAR (Bx_CAR). Utilizaram 31 bovinos machos, não castrados e pertencentes à raça Nelore. Os animais foram alimentados com dietas isonitrogenadas e isoenergéticas, sendo a dieta ofertada em dois níveis, restrito (65 g MS/kg PV) e *ad libitum*. Foram comparados os pesos de órgãos e vísceras, trato digestório livre de conteúdo, peso de carcaça a quente, peso de carcaça resfriada, espessura de gordura subcutânea, espessura de gordura na garupa, comprimento e profundidade de carcaça, peso de cortes primários (dianteiro, traseiro e ponta-de-agulha), conteúdo de porção comestível, gordura, ossos e aparas. Os dados foram analisados através da teoria dos modelos mistos e os tratamentos foram comparados através de contrastes ortogonais. Foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) para as variáveis consumo de nutrientes em relação ao grupo CAR. Para as variáveis de desempenho observaram-se diferenças significativas em relação ao nível de alimentação ($P < 0,05$). Quanto a composição corporal foram observadas diferenças somente para a proporção de órgãos e vísceras da carcaça em relação aos grupos CAR ($P < 0,05$). Também observaram diferenças em relação ao peso do fígado e do trato digestório livre de conteúdo em relação aos grupos CAR e o nível de alimentação ($P > 0,05$) e o peso da gordura renal pélvica e inguinal diferiu entre os níveis de alimentação ($P > 0,05$). O peso da carcaça quente e resfriada diferiu entre os níveis de alimentação ($P = 0,0084$ e $P = 0,0077$, respectivamente). O peso do corte primário de traseiro diferiu entre os níveis de alimentação

($P = 0,0122$), assim como o peso do dianteiro ($P = 0,0345$) e não foram observadas diferenças em relação ao peso da ponta de agulha. A proporção de ossos e aparas no corte traseiro apresentaram diferenças significativas em relação aos níveis de alimentação adotados no estudo ($P = 0,0257$ e $P = 0,0359$, respectivamente). O consumo de alimentos bem como nutrientes, pode ser minimizado através da seleção de animais mais eficientes (Bx_CAR), maximizando a eficiência produtiva através da não redução do desempenho animal. As variáveis de interesse econômico, proporção de porção comestível, não sofre influência do CAR para nenhum dos cortes primários.

Palavras chave: proporção de tecido comestível, rendimento de cortes primários, eficiência nutricional

COMPARATIVE STUDY OF FEED INTAKE, PERFORMANCE, CARCASS AND NON CARCASS COMPOSITION IN ANIMALS SLEEVED BY RESIDUAL FEED INTAKE (RFI)

ABSTRACT—This study aimed to compare the characteristics of food intake, performance, carcass composition, size of organs and viscera, proportion of external organs and proportion of primarily cuts, edible portion, bone and adipose tissues of Nellore bulls previously classified in residual feed intake (RFI) in high (H_RFI) and low RFI (L_RFI). Was used 31 steers, male, non-castrated. The diets were calculated to be isocaloric and isonitrogenous and the animals were feed in two levels: *ad libitum* and restricted (65 g DM/kg BW). We compared the weights of organs and viscera, digestive tract content-free, hot carcass weight, cold carcass weight, fat thickness, rump fat thickness, length and depth of carcass weight of primal cuts (hindquarter, forequarter), content edible portion, fat, bones and trimmings. Were used theory of mixed models and treatments were compared using orthogonal contrasts. Differences were observed ($P < 0.05$) in nutrient intake in considering different RFI groups. The performance were different in relation of feeding level ($P < 0.05$). Body composition observed differences for the proportion of organs and viscera in relation of the RFI group ($P < 0.05$) and the weight of renal pelvic and inguinal fat differ in feeding level ($P < 0.05$). The carcass weight, hot and cold carcass differ in feeding levels ($P = 0.0084$ and $P = 0.0077$, respectively). The weight of hindquarter differ in relation of level of feeding ($P = 0.0122$) as well as the weight of forequarter ($p = 0.0345$), and no differences were observed relative to the weight of the thin flank. The proportion of bones and APARAS in hindquarter were different considering feeding level ($P = 0.0257$ and $P = 0.0359$, respectively). Feed and nutrient intake can be reduced by selection of animals classified in L_RFI, maximizing production through the non-reduction of animal performance. The variables of economic interest, the proportion of edible portion were not influenced by any of the RFI for primal cuts.

Keywords: edible tissue ratio, yield of primal cut, nutritional efficiency

INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos os sistemas de produção de bovinos de corte praticados no Brasil passaram por diversas mudanças para atender as exigências impostas pelo mercado consumidor, quer seja interno ou externo. A partir deste ponto buscaram-se por sistemas que se mostrassem mais eficientes produtivamente através do aumento do desempenho animal ou *output* com menor consumo de alimentos ou *inputs*. Assim foi necessária a reestruturação dos sistemas de produção através de uso de tecnologias que permitissem a redução dos custos de produção associado à busca por animais mais adaptados ao clima tropical, com maior resistência aos parasitas e que apresentassem nível de produção que permitisse maior competitividade do sistema de produção em pastagens de gramíneas tropicais.

De posse de uma raça, Nelore, capaz de se desenvolver com as condições, até então, consideradas adversas para exploração animal de algumas raças de origem temperada, e de gramíneas e tecnologias de suplementação dos animais fez-se necessário investir em animais que fossem geneticamente superiores aos seus pares. No início buscou-se por animais que manifestassem maior ganho de peso às diferentes idades como, por exemplo, a desmama e ao sobreano. Aliado a isto, iniciou-se a busca por animais mais eficientes, ou seja, capazes de ganhar mais peso com menor consumo de alimentos e menores gastos energéticos.

Segundo ARCHER et al. (1999) o consumo alimentar residual (CAR) é, por definição, fenotipicamente independente das características de produção utilizadas para calcular o consumo de alimento predito, e desta maneira, permite comparações entre indivíduos de diferentes níveis de produção durante o período de avaliação.

A eficiência, geralmente, é definida como sendo a relação onde ambos, numerador e denominador, têm as mesmas unidades. No entanto, o conceito de eficiência está aberto a interpretações equivocadas. No que diz respeito à produção animal, este termo é utilizado para descrever a variação de ganho de peso em relação à alimentação. Animais que apresentam o mesmo peso final e mesmo ganho de peso, podem apresentar diferenças no

que diz respeito à demanda de energia, isso é devido a variações da composição do ganho, como diferença no teor de gordura e de proteína em relação ao ganho de peso.

De maneira alternativa KOCH et al., (1963) propuseram avaliar os animais através do CAR, ou seja, a diferença entre o consumo alimentar observado de cada animal e o consumo alimentar predito para cada animal. Conseqüentemente, os animais mais eficientes seriam aqueles que apresentassem valores menores e negativos. Segundo estes autores, a seleção não acarreta em aumento do peso adulto e conseqüentemente, não faz com que os animais sejam selecionados de maneira a possuírem maior exigência nutricional.

HERD (2009) observou que a variação do consumo de alimentos está associada com a variação nos requerimentos de manutenção dos bovinos. Desta maneira, quando há aumentado consumo de alimentos, a energia produzida durante o processo digestivo aumenta, em partes, devido às mudanças de tamanho que, eventualmente, ocorrem no trato digestório bem como os órgãos a ele associados e a quantidade de energia gasta pelos próprios tecidos aumentam por unidade de peso animal. Em estudos realizados por ARCHER et al., (1999) e RICHARDSON et al., (2001) não foram observadas diferenças quantos aos tamanhos de órgãos e vísceras e componentes não-carcaça entre animais alto CAR (A_CAR) e baixo CAR (Bx_CAR), respectivamente.

Desta maneira, objetivou-se comparar as características de consumo de alimentos, de desempenho, de composição da carcaça, de tamanho de órgãos e vísceras, de proporção de órgãos externos e proporção de cortes primários bem como sua composição em porção comestível, tecidos ósseo e adiposo de animais pertencentes aos grupos Alto e Baixo.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica dos Agronegócios de Bovinos de Corte, órgão do Instituto de Zootecnia do Estado de São Paulo durante os anos de 2007 a 2009.

Foram conduzidos dois experimentos de abate comparativo, durante este período, e foram utilizados 31 bovinos, machos, não castrados da raça Nelore.

Em ambos os estudos os animais foram submetidos a um período de adaptação ao experimento com duração de 48 dias, onde todos os animais receberam a mesma dieta. Após o período de adaptação deu início ao período experimental, com duração de 112 dias. Durante todo o período, os animais foram alojados em baias individuais providos de cochos individuais cobertos e bebedouro que serviam a duas baias. Os animais foram pesados após terem sido submetidos a jejum de sólidos por 16 horas, no início do experimento para fins de determinação do peso corporal inicial (PVi) e a cada 28 dias para monitoramento do desempenho dos animais. A última pesagem foi realizada no frigorífico precedendo o abate para determinação do peso corporal final dos animais (PVf). O ganho de peso médio (GMD) foi calculado com base na pesagem inicial e na pesagem final dos animais.

Análises laboratoriais para determinação da composição química das dietas:

As análises de composição química foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LNA) pertencente ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. As amostras de dieta fornecida e sobras foram analisadas para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) segundo metodologia descrita em SILVA & QUEIROZ (2002), o teor de FDN foi analisado segundo descrições de MERTENS(2002), utilizando-se α -amilase termoestável e omitindo-se o uso de sulfato de sódio; as correções para proteína e cinzas na FDN seguiram os procedimentos descritos por LICITRA et al. (1996) e MERTENS (2002), respectivamente. O teor de carboidratos não-fibrosos (CNF) foram obtidos conforme equação proposta por DETMANN & VALADARES FILHO (2010):

$$CNF = 100 - [MM + EE + FDN_{cp} + (PB - PB_u + U)]$$

em que: CNF = teor de carboidratos não fibrosos; MM = teor de matéria mineral; EE = teor de extrato etéreo; FDN_{cp} = teor de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e

proteína; PB = teor de proteína bruta; PBu = teor de proteína bruta oriunda da uréia; e U = teor de uréia. Todos os termos são expressos como % da MS.

Dieta

Foram realizadas análises de composição química dos ingredientes previamente à formulação das dietas experimentais para obter o valor nutricional das dietas experimentais. O teor energético das dietas experimentais foram obtidos segundo metodologia de predição do valor energético de dietas a partir da composição química dos alimentos segundo VALADARES FILHO et al., (2010).

As dietas utilizadas nos dois anos de experimento foram formuladas de forma a serem isonitrogenadas e isoenergéticas sendo as mesmas utilizadas nos períodos de adaptação ao experimento bem como ao longo de todo período experimental (Tabela 1).

Animais

Os animais eram provenientes do rebanho Nelore Seleção (NeS), que compuseram a 25ª e 26ª progênie do Instituto de Zootecnia. O rebanho seleção é composto por animais com diferenciais de seleção superiores para as características de peso aos 378 dias, em um esquema denominado seleção direcional.

No início do período experimental foram sorteados e abatidos 9 animais para servirem de referência quanto a composição corporal inicial para os demais animais que permaneceram no experimento. Para os animais remanescentes, foram utilizados dois níveis de alimentação de forma a atender as exigências nutricionais para animais de peso médio de 300 quilogramas e ganho de peso de 800 gramas por dia segundo CNCPS de forma *Ad libitum* e o segundo nível restrito em que os animais recebiam 65 g MS/kg PV da dieta experimental, sendo ofertado aos animais duas vezes ao dia (7:00 e às 16:00). E os tratamentos foram distribuídos de forma inteiramente casualizada.

Foram realizadas mensurações por ultrassom segundo WILLIAMS(2002) com o intuito de acompanhar a deposição de gordura na carcaça e determinar o momento de abate, pois os

animais foram abatidos ao atingirem quatro mm de espessura de gordura subcutânea sobre o *Longissimusdorsi* entre a 11ª e a 13ª costelas.

Classificação quanto ao Consumo Alimentar Residual (CAR)

Os animais que participaram deste estudo foram submetidos à avaliação prévia, quanto à classificação do CAR individual. Para realização de tal avaliação os animais foram mantidos em baias individuais, e foram contabilizadas as sobras e a quantidade de alimento fornecido, sendo que o consumo alimentar voluntário e individual foi obtido pela diferença entre a quantidade fornecida e a quantidade de sobras coletada.

O consumo alimentar residual é expresso como sendo a diferença entre a ingestão alimentar real de um animal (observada) e o seu consumo alimentar estimado, baseado no peso corporal (PV) e a taxa de crescimento ao longo de um determinado período.

Assim, KOCH et al. (1963), propuseram a utilização do consumo diário de alimento em relação ao peso médio metabólico ($PV^{0,75}$) representado pela média entre o peso corporal final e inicial elevado ao fator de 0,75; e o ganho de peso médio diário (GMD) de acordo com a equação:

$$CMS_{\text{estimado}} = -1,301015 + 2,300828 * GMD + 0,091755 * PV^{0,75}$$

Admitindo o CAR como sendo a diferença entre o consumo voluntário obtido em condição experimental e o CMS estimado pela equação.

A estratificação dos grupos de CAR foram, animais que apresentaram consumo igual ou inferior $\mu - 0,5 SD$ sendo denominado de animais de Baixo CAR (Bx_CAR) e animais que apresentaram consumo superior $\mu + 0,5 SD$ sendo denominados de animais de Alto CAR (A_CAR). O grupo A_CAR era composto por 16 animais e o grupo Bx_CAR era composto por 15 animais.

Abates e obtenção das amostras corporais

A idade média dos animais ao abate foi de $18 \pm 1,11$ meses e peso médio de $413 \pm 35,68$ kg. Os abates foram realizados no Abatedouro Experimental do Centro de Tecnologia de Carnes do Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL, Campinas-SP. Os animais foram submetidos a jejum de água e alimentos por 16 horas e, após esse período, peso corporal final foi determinado.

No momento do abate, os animais foram insensibilizados com auxílio de pistola de pressão e, em seguida, foi realizada a suspensão e a sangria, por meio de secção na veia jugular. Todo o sangue foi coletado, pesado, amostrado e acondicionado em recipiente devidamente identificado e congelado para posterior liofilização. A cabeça foi separada do restante da carcaça e, após a retirada do couro e das patas, todos estes componentes foram devidamente pesados e congelados. Foram também retirados e pesados o fígado, o trato digestório (TD) livre do conteúdo (rúmen, retículo, omaso, abomaso e intestinos) e os outros órgãos (traquéia, pulmões, pâncreas, esôfago, mesentério, coração, baço, fígado, rins, rabo e pênis). A gordura renal pélvica e inguinal (GRPI) foi também separada da carcaça e pesada. O peso do corpo vazio (PCVZ) foi determinado pela soma dos pesos da carcaça, sangue, cabeça, couro, patas, cauda, órgãos e vísceras vazias e limpas.

As meiascarcaças direita e esquerda foram pesadas (peso da carcaça quente, PCQ) e encaminhadas para câmara de resfriamento, com temperatura entre 0 e 2°C por 24 horas. Posteriormente, estas foram retiradas da câmara e pesadas (peso da carcaça resfriada, PCR) e foram avaliadas medidas de espessura de gordura subcutânea (EGS), espessura de gordura na garupa (EGG), comprimento da carcaça, profundidade da carcaça e AOL da meia-carcaça esquerda.

Nas meias-carcaças direitas foram realizados os cortes comerciais, separados em dianteiro (paleta, pescoço, acém, peito, cupim, músculo, ossos e aparas, traseiro (contrafilé, filé-mignon, alcatra, patinho, coxão mole, coxão duro, lagarto, capa e aba, músculo, fralda,

ossos e aparas) e ponta de agulha e a partir destes cortes foi obtida a composição da carcaça em relação ao conteúdo de porção comestível, gordura, ossos e aparas. Os cortes foram pesados após a separação dos mesmos bem como os ossos e aparas e foram registrados para os respectivos cortes primários (dianteiro (PDI), traseiro (PTRA) e ponta de agulha (PPA)).

Análises estatística

Utilizou-se dados referentes a 31 animais, sendo que destes animais 16 foram previamente classificados como sendo alto CAR e 15 animais pertencentes ao grupo baixo CAR; 20 animais foram submetidos ao nível de alimentação *ad libitum* 11 animais foram submetidos ao nível de alimentação restrito.

Foi utilizado procedimento do SAS PROC MIXED COVTEST para análise de todas as variáveis e as comparações entre tratamentos foi realizada por meio de contrastes ortogonais. As medias de mínimos quadrados foram obtidas a partir da declaração LSMEANS. Adotou-se $\alpha = 0,05$ de probabilidade.

As variáveis avaliadas foram analisadas segundo modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + E_k + (\alpha\beta)_{ij} + (E\alpha)_{ik} + (E\beta)_{jk} + (E\alpha\beta)_{ijk} + e_{ijk}$$

em que: Y_{ijk} = parâmetro observado; μ = constante geral; α_i = efeito fixo do grupo (alto e baixo CAR); β_j = efeito fixo do nível de alimentação (restrito e *Ad libitum*); $(\alpha\beta)_{ij}$ = interação entre os termos citados anteriormente; E_k = efeito aleatório de experimento; $(E\alpha)_{ik}$ = interação entre o efeito aleatório de experimento e o efeito fixo de grupo (Alto e Baixo CAR); $(E\beta)_{jk}$ = interação entre o efeito aleatório de experimento e o efeito fixo de nível de alimentação (restrito e *Ad libitum*); $(E\alpha\beta)_{ijk}$ = interação entre o efeito aleatório de experimento e os efeitos fixos de grupo e nível de alimentação; e_{ijk} = erro aleatório assumido como NID (0, σ^2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para consumo, tanto de matéria seca quanto para os demais nutrientes incluindo nutrientes digestíveis total (NDT) e o consumo de energia metabolizável (CEM) apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$) somente para o efeito de CAR (Tabela 2).

Assim como observado por SAINZ et al. (2006) era esperado que os animais pertencentes ao grupo Bx_CAR apresentassem menor consumo de matéria seca (CMS) quando comparados aos animais do grupo A_CAR (Tabela 2). Sendo a diferença em relação à média do grupo A_CAR comparativamente ao Bx_CAR próxima de 1,3619 kg MS/dia o que significa dizer que os animais pertencentes ao grupo Bx_CAR apresentaram consumo 17,89% inferior em relação à média de consumo de todos os animais (6,9327 kg MS/dia). Este valor encontrado é muito superior aos valores encontrados por RICHARDSON et al., (2001) e HERD et al., (1997) que foram de 3,8% e 5% respectivamente. Consequentemente foi observado o mesmo comportamento no que diz respeito ao consumo dos demais nutrientes como, por exemplo, consumo de matéria orgânica (CMO), consumo de proteína bruta (CPB), consumo de extrato etéreo (CEE), consumo de fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (CFDNcp), consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF), consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT) e o consumo de energia metabolizável (CEM).

Com relação ao ganho médio diário (GMD, kg/dia) e ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ, kg/dia) não foram observadas diferenças significativas quanto ao CAR, entretanto, os níveis de alimentação aplicados (*ad libitum* e restrito) foram responsáveis pelas diferenças observadas neste estudo para as variáveis citadas ($P = 0,0004$ e $P = 0,0003$, respectivamente). É possível observar que os animais alimentados sob regime *ad libitum* apresentaram maior GMD e GPCVZ quando comparados aos animais alimentados de maneira restrita. (Tabela 3). Possivelmente, a restrição alimentar aplicada aos animais foi suficiente para que o animal não fosse capaz de expressar o seu potencial máximo para ganho de peso causando, assim, esta diferença.

Diversos são os estudos realizados nos últimos anos que atribuem aos animais pertencentes ao grupo A_CAR maior conteúdo de órgãos e vísceras no corpo vazio (BALDWIN & SAINZ, 1995). Esta atribuição é embasada no fato de que os animais pertencentes ao grupo A_CAR apresentam maior CMS conforme já visto anteriormente neste trabalho, e segundo SAINZ et al. (1995) apresentam relação com o requerimento energético para manutenção devido a maior quantidade de órgãos e vísceras no corpo do animal. Os resultados obtidos neste estudo (Tabela 4) demonstraram que animais A_CAR apresentam maior quantidade percentual de órgãos e vísceras no peso do corpo vazio (PCVZ) quando comparado a animais Bx_CAR. Com relação aos órgãos externos ao corpo (cabeça e patas, e couro) e a carcaça propriamente dita não foram observadas diferenças significativas para CAR, nível de alimentação (NA) ou interação entre estes fatores o que está de acordo com os resultados obtidos por RICHARDSON et al. (2001).

Quando foram analisados separadamente os órgãos que compõem as amostras de órgãos e vísceras tornou-se evidente que o fígado e o TD sofrem influência tanto do CAR quando do nível de alimentação ao qual os animais foram submetidos. Sendo que os animais A_CAR apresentaram maior peso de fígado em relação aos animais Bx_CAR e os animais submetidos ao nível de alimentação *ad libitum* apresentaram maior peso deste órgão em relação aos animais que tiveram a alimentação restrita a 65 g de MS/PV. O mesmo comportamento foi observado (Tabela 5) para o peso de TD. Já para a gordura renal, pélvica e inguinal (GRPI) só foi detectado efeito para o nível de alimentação, ou seja, os animais alimentados *ad libitum* apresentaram maior quantidade de GRPI quando comparados a animais alimentados sob condição de restrição.

O trato digestório como um todo corresponde de 10 a 13% de toda a massa corporal e apresenta atividade metabólica consideravelmente elevada, conforme afirmou SAINZ et al. (1995). Sendo os principais componentes do gasto de energia as ATPases relacionadas ao transporte de íons e o *turnover* de proteína, e este último dividido em síntese protéica que,

corresponde de 20 a 23% do gasto energético, e a degradação protéica que, corresponde a 4% (SEAL & PARKER, 2000).

Sendo o fígado e o TD os responsáveis pela realização destes processos, torna-se compreensível a necessidade destes órgãos aumentarem de tamanho para maximizar a capacidade de realização das funções relacionadas ao transporte de íons e ao *turnover* protéico. Desta maneira, animais com maior consumo de alimentos tendem a apresentar maior peso de fígado e TD por estarem relacionados ao maior metabolismo de nutrientes como sendo uma maneira compensatória do aproveitamento dos *inputs* disponíveis. Por outro lado, animais que apresentem nível de consumo menor, quer seja por restrição ao fornecimento da dieta, quer seja por algum outro fator intrínseco ao animal, apresentam peso de fígado e TD reduzidos uma vez que o aporte nutricional disponibilizado é menor e com isso eles conseguem reduzir o requerimento energético para manutenção destes órgãos. Pois, o requerimento energético para manutenção do fígado e TD são elevados e ao reduzir o tamanho destes órgãos o animal consegue remodelar as necessidades energéticas para a manutenção. Tornando compreensível as diferenças observadas tanto quanto ao tamanho do fígado e do TD serem atribuídas aos fatores de CAR e NA (Tabela 5) concordando com os resultados obtidos por RICHARDSON et al., (2001).

A gordura renal pélvica e inguinal (GRPI) apresentou diferença significativa quanto ao nível de alimentação empregado, ou seja, animais alimentados *ad libitum* apresentaram maior quantidade de GRPI do que os animais mantidos sob restrição alimentar. Conforme é sabido, a gordura é depositada no corpo quando tem consumo de energia superior à quantidade requerida para a manutenção e ganho de peso. E aliado a isto, a deposição deste tipo de tecido ocorre em diferentes fases da vida do animal, iniciando na concepção e se estendendo até a maturidade. Aliado a isto ainda deve ser levado em consideração que a deposição de energia é diretamente relacionada ao aporte de nutrientes e estando os animais submetidos a restrição alimentar e conseqüentemente a restrição de todos os nutrientes ocorre a deposição de GRPI

em menor quantidade nos animais submetidos a restrição em comparação aos animais alimentados *ad libitum*.

O peso da carcaça quente (PCQ) e resfriada (PCR) não diferiram entre os grupos CAR o que corrobora com Richardson et al. (2001), porém com relação ao nível de alimentação estas variáveis apresentaram diferenças significativas e esta diferença pode ser atribuída ao maior GMD dos animais alimentados *ad libitum* e conseqüentemente produziram carcaças mais pesadas (Tabela 6).

Com relação às medidas de comprimento e profundidade da carcaça bem como a área de olho de lombo (AOL) e a espessura de gordura (EG) estas não apresentaram diferença significativa para os fatores avaliados neste estudo (Tabela 6).

É de grande interesse para os sistemas de produção de carne que os animais apresentem menor consumo de alimentos "*input*" e produza maior quantidade de porção comestível da carcaça "*outputs*" de forma a tornar o sistema de produção mais viável economicamente através do aumento do ganho financeiro por unidade produzida. Baseado nisso, foram avaliados os rendimentos dos cortes primários de: dianteiro, traseiro e ponta de agulha.

Para os cortes primários de dianteiros e traseiros foram observadas diferenças estatísticas significativas para o NA utilizado, sendo que os animais submetidos a restrição alimentar produziram cortes primários tanto de dianteiro quanto traseiro mais leves, porém não foram observadas diferenças quanto ao CAR e a interação CAR*NA (Tabela 7).

O corte do traseiro apresentou diferença com relação a composição percentual de ossos e aparas em relação ao peso do corte primário para os NA aos quais os animais foram submetidos. Os animais submetidos à restrição alimentar apresentaram maior quantidade percentual de ossos no traseiro o que pode ser entendido através dos resultados referentes à composição da carcaça referente às aparas, uma vez que os animais alimentados *ad libitum* dispunham de maior aporte de energia e justamente o excesso desta energia foi depositada na

carcaça como gordura que compõem as aparas. Por se tratarem de medidas mutuamente excludentes, observou-se menor participação percentual para os ossos no corte de traseiro dos animais alimentados *ad libitum* comparativamente aos animais submetidos à restrição alimentar.

Referindo ao corte de dianteiro, foi observada diferença somente com relação ao PDI, ou seja, os animais submetidos à restrição nutricional produziram cortes de dianteiro mais leves comparativamente aos animais alimentados *ad libitum*. Para a composição percentual do corte dianteiro em assim como para PPA e sua composição percentual não foram observadas diferenças estatísticas significativas para os diferentes grupos de CAR, NA e a interação entre estes fatores.

CONCLUSÃO

Animais classificados como baixo CAR apresentam consumo de nutrientes inferior sem que haja o comprometimento do desempenho animal, do rendimento de carcaça bem como dos rendimentos de cortes comerciais.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ARCHER, J.A., RICHARDSON, E.C., HERD, R.M., and ARTHUR, P.F. Potential for selection to improve efficiency of feed use in beef cattle: a review. **Australian Journal of Agricultural Research**. 50: 147-161.1999.
- BALDWIN, R.L.; SAINZ, R.D. Energy partitioning and modeling in animal nutrition. **Annual Review of Nutrition**, Palo Alto, v.15, 191-211, 1995.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F. Predição do valor energético de dietas para bovinos a partir da composição química dos alimentos. In: **VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L. et al. (Eds.). Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados BRCORTE**. 2.ed. Viçosa, MG: DZO-UFV, p.47-64.2010.
- HERD, R.M. e ARTHUR, P.F. Physiological basis for residual feed intake. **J. Anim. Sci.** 87:E64-E71. 2009.
- HERD, R. M., V. H. ODDY, and E. C. RICHARDSON. Biological basis for variation in residual feed intake in beef cattle. 1. Review of potential mechanisms. **Aust. J. Exp. Agric.** 44:423–430.2004.
- KOCH, R.M., SWINGER, L.A., CHAMBERS, D., and GREGORY, K.E. 1963. Efficiency of feed use in beef cattle. **J. Anim. Sci.** 22: 486-494.
- RICHARDSON, E.C., R.M. HERD, V.H. ODDY, J.M. THOMPSON, J.A. ARCHER and P.F. ARTHUR. 2001. Body composition and implications for heat production of Angus steer progeny of parents selected for and against residual feed intake. **Aust. J. Exp. Agric.** 41: 1065-1072.
- SAINZ, R.D., CRUZ, G.D.; MONTEIRO, R.B. Carcass composition and visceral organs are similar at harvest in low- and high-residual feed intake groups of Angus- Hereford steers, **Proceedings...** Western Section: American Society of Animal Science, 2006.
- SAINZ, R. D., F. DE LA TORRE, OLTJEN, J.W. (1995). "Compensatory growth and carcass quality in growth-restricted and re-fed beef steers." **J. Anim. Sci.** 73(10): 2971-2979.

SEAL, C. J., and D. S. PARKER. 2000. Influence of gastrointestinal metabolism on substrate supply to the liver. Pages 131–148. In: **Ruminant Physiology, Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction**. P. B. Cronje, ed. CABI Publ., Wallingford, UK.

TABELAS E FIGURAS

Tabela 1. Composição da dieta em valores percentuais de cada ingrediente e composição química das dietas experimentais

ITEM	Rações Experimentais	
	2007	2008
Composição da dieta (% MS)		
Feno de <i>Brachiariabrizantha</i>	18,6	20,0
Milho grão moído	39,4	40,0
Farelo de algodão	7,7	9,5
Algodão Caroço	12,3	11,0
Polpa Cítrus	18,2	15,0
Uréia : Sulfato de amônio	1,3	1,5
Calcário Calcítico	0,5	0,5
Sal mineral	2,0	2,5
Composição química		
MS (%)	88,57	88,59
MM (%MS)	4,09	4,03
PB (%MS)	15,46	16,16
EE (%MS)	5,50	5,25
FDNcp (%MS)	30,38	30,72
Carboidratos Não Fibrosos ¹ (% MS)	46,98	46,62
Lignina (%MS)	3,93	3,96
NDT ² (% MS)	83,44	83,49
Relação volumoso:concentrado	18,6:81,4	20,0:80,0

¹calculado de acordo com Detmann e Valadares Filho (2010);²calculado segundo Detmann (2010); NDT: nutrientes digestíveis totais.

Tabela 2. Consumo de MS e demais nutrientes estratificados de acordo com os níveis de CAR e segundo nível de alimentação

Variável	Alto CAR		Baixo CAR		Desv Pad	P-Value		
	Restrito	<i>Ad libitum</i>	Restrito	<i>Ad libitum</i>		CAR	NA	CAR*NA
CMS ¹	7,3838	7,8403	6,0095	6,4909	1,3007	0,0003	0,1557	0,9693
CMO ¹	7,0671	7,5149	5,7630	6,2207	1,2646	0,0003	0,1481	0,9870
CPB ¹	1,0751	1,1712	0,8642	0,9575	0,2304	0,0003	0,0719	0,9777
CEE ¹	0,4325	0,4561	0,3521	0,3794	0,0604	0,0005	0,2044	0,9261
CFDN _{cp} ¹	2,4563	2,5912	2,0273	2,1951	0,4040	0,0003	0,1305	0,8659
CCNF ¹	3,1385	3,3753	2,5884	2,7646	0,5605	0,0006	0,1687	0,8364
CNDT ¹	6,0001	6,1798	5,0159	5,4178	1,1518	0,0050	0,3117	0,6963
CEM ²	21,6927	23,6596	18,1344	19,5873	4,0175	0,0010	0,1057	0,8024

¹Valores expressos em kg/dia; ²Valores expressos em Mcal/dia; Desv Pad – Desvio Padrão; NA – Nível de alimentação; CAR*NA – Interação entre os fatores anteriormente citados.

Tabela 3. Ganho média diário (GMD), ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) diário dos animais estratificados em baixo e alto CAR submetidos a dois níveis de alimentação (*Ad libitum* e restrito)

Variável	Alto CAR		Baixo CAR		Desv Pad	P-Value		
	Restrito	<i>Ad libitum</i>	Restrito	<i>Ad libitum</i>		CAR	NA	CAR*NA
GMD ¹	0,6700	0,8630	0,5130	0,8460	0,1663	0,1874	0,0004	0,2890
GPCVZ ¹	0,6070	0,8400	0,4620	0,8070	0,1773	0,2047	0,0003	0,4221

¹Valores expressos em kg/dia; GMD – ganho médio diário; GPCVZ – ganho de peso de corpo vazio; Desv Pad – Desvio Padrão; NA – Nível de alimentação; CAR*NA – Interação entre os fatores anteriormente citados.

Tabela 4. Composição do corpo vazio em valores percentuais dos animais pertencentes a este estudo.

Variável	Alto CAR		Baixo CAR		Desv Pad	P-Value		
	Restrito	<i>Ad libitum</i>	Restrito	<i>Ad libitum</i>		CAR	NA	CAR*NA
Órgãos e Vísceras	13,1841	13,2256	12,4005	12,6855	0,5788	0,0069	0,4717	0,5905
Couro	11,0115	10,8721	11,7622	11,3669	0,7628	0,0452	0,3726	0,6674
Cabeça e patas	5,3113	4,8928	5,0524	4,8975	0,2577	0,7792	0,0713	0,7438
Carcaça	66,8017	66,7684	66,4550	66,9629	0,8720	0,8227	0,4871	0,4289

¹Valores expressos em kg/dia; ²Valores expressos em porcentagem; GMD – ganho médio diário; GPCVZ – ganho de peso de corpo vazio; Desv Pad – Desvio Padrão; NA – Nível de alimentação; CAR*NA – Interação entre os fatores anteriormente citados.

Tabela 5. Valores médios observados, expressos em kg, neste estudo referentes aos órgãos que compuseram as amostras de órgãos e vísceras

Variável	Alto CAR		Baixo CAR		Desv Pad	P-Value		
	Restrito	<i>Ad libitum</i>	Restrito	<i>Ad libitum</i>		CAR	NA	CAR*NA
Fígado	4,9067	5,1360	3,8992	4,7631	0,4401	0,0005	0,0038	0,0741
Rins	0,9767	0,9390	0,8808	0,7962	0,1618	0,0682	0,3369	0,7099
GRPI	6,1467	7,9830	5,4475	7,5833	1,5302	0,3612	0,0027	0,8018
TD	26,9267	27,9610	22,2267	25,7433	2,4802	0,0014	0,0259	0,2070
Outros órgãos	12,2550	12,1600	11,2000	12,0805	0,9483	0,1343	0,2937	0,1951

Tabela 6. Medidas referentes às carcaças

Variável	Alto CAR		Baixo CAR		Desv Pad	<i>P-Value</i>		
	Restrito	<i>Ad libitum</i>	Restrito	<i>Ad libitum</i>		CAR	NA	<i>CAR*NA</i>
PCQ (kg)	265,43	280,06	240,43	275,02	22,14994	0,0918	0,0084	0,2543
PCR (kg)	260,69	275,49	236,33	270,64	21,80023	0,0955	0,0077	0,2575
Comp. da carcaça (cm)	124,47	125,06	122,32	124,10	3,2338	0,2247	0,3502	0,6376
Prof. da carcaça (cm)	41,02	41,57	40,38	40,22	1,3000	0,0603	0,6979	0,4839
AOL (cm ²)	79,1667	85,2000	70,5833	80,2143	10,0500	0,0932	0,0549	0,6467
EGS (mm)	3,0000	4,2260	3,2617	4,0862	1,5600	0,9202	0,1016	0,7415

PCQ = peso da carcaça quente; PCR = peso da carcaça resfriada; Comp. da carcaça = Comprimento da carcaça; Prof. da carcaça = profundidade da carcaça; AOL = área de olho de lombo; EGS = espessura de gordura subcutânea.

Tabela 7. Composição dos cortes primários dianteiro, traseiro e ponta de agulha

Variável	Alto CAR		Baixo CAR		Desv Pad	CAR	P-Value	
	Restrito	<i>Ad libitum</i>	Restrito	<i>Ad libitum</i>			NA	CAR*NA
<i>Corte primário de traseiro e sua composição percentual</i>								
PTRA (kg)	62,2710	64,3892	56,8507	65,0177	4,9340	0,2559	0,0122	0,1219
Porção comestível ¹	71,2592	70,7764	71,1104	71,7706	1,4766	0,4621	0,8735	0,3233
Ossos ¹	21,1485	20,4174	21,4549	20,0146	1,1811	0,9167	0,0257	0,4439
Aparas ¹	10,2284	11,0604	9,4489	10,8351	1,2935	0,3221	0,0359	0,5864
<i>Corte primário de dianteiro e sua composição percentual</i>								
PDI (kg)	53,3057	56,3404	48,2333	54,5466	5,3949	0,1123	0,0345	0,4385
Porção comestível ¹	64,7567	66,4474	64,3014	64,2041	2,3348	0,1473	0,3850	0,3308
Ossos ¹	22,1487	21,3968	22,7611	21,8892	2,0831	0,4982	0,3224	0,9410
Aparas ¹	13,0685	12,1083	12,8644	13,5123	2,5017	0,5399	0,8727	0,4129
<i>Corte primário de ponta de agulha e sua composição percentual</i>								
PPA (kg)	18,9367	19,0900	16,7733	19,1225	2,1499	0,2112	0,1446	0,1981
Porção comestível ¹	42,5014	48,0303	43,7494	42,7676	5,1602	0,3233	0,2647	0,1152
Ossos ¹	14,8543	14,9658	14,8610	13,8761	1,7263	0,4240	0,5181	0,4184
Aparas ¹	15,6526	16,7678	15,6496	17,6276	3,3278	0,7414	0,2401	0,7396

¹Valores expressos em porcentagem em relação ao peso do corte primário (kg); PTRA – Peso do Traseiro; PDI – Peso do dianteiro; PPA – Peso da ponta de agulha.

EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE BOVINOS MACHOS NÃO CASTRADOS DA RAÇA NELORE ESTRATIFICADOS POR CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL – I ENERGIA

RESUMO - Objetivou determinar as exigências nutricionais de energia e estimar os coeficiente de eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho (k_g) de peso e manutenção (k_m). O experimento de abate comparativo foi conduzido com 31 bovinos machos não castrados da raça Nelore com idade média de $18 \pm 1,11$ meses e $413 \pm 35,68$ kg de peso corporal. Os animais foram previamente classificados quanto ao consumo alimentar residual sendo 16 animais classificados como alto CAR e 15 animais classificados como baixo CAR. Os animais foram sorteados ao acaso para formarem o grupo referência, composto por 9 animais, que foram abatidos ao início do experimento para determinar a composição corporal dos demais animais que compuseram o estudo e os animais remanescentes foram separados de maneira inteiramente casualizada para o fornecimento das dietas experimentais em dois grupos sendo: restrição (65 g MS/kg PV) e *Ad libitum* em que os animais recebiam alimentação à vontade. As dietas foram formuladas para serem isonitrogenadas e isoenergéticas e eram compostas de feno de capim braquiária e concentrado na proporção de 20:80. Os animais foram destinados ao abate quando alcançaram quatro mm de espessura de gordura subcutânea medido entre a 11ª e 13ª costelas com uso de ultrassom. Após o abate a meia carcaça direita foi totalmente dissecada para determinação da composição corporal. A exigência de energia líquida para manutenção (ELm) foi obtida através de relação exponencial entre a produção de calor (PC) e o consumo de energia metabolizável (CEM), enquanto a exigência de energia líquida para ganho (ELg) foi calculada considerando o peso de corpo vazio (PCVZ) e o ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ). Os valores obtidos para ELm e EMm foram $77,48 \text{ kcal/kg PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$ e $91,84 \text{ kcal/PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$, respectivamente e não foram diferenças quanto as exigências de energia entre os grupos de CAR. A k_m foi de aproximadamente 84,36 e 84,35% para animais classificados como alto e baixo CAR. As equações para ELg para os diferentes grupos CAR

foram: $EL_{g \text{ Alto CAR}} = 0,03234 * PCVZ^{0,75} * GPCVZ^{1,2825}$ e $EL_{g \text{ Baixo CAR}} = 0,03234 * PCVZ^{0,75} * GPCVZ^{0,9058}$. A k_g obtida neste estudo para os animais pertencentes ao grupo A_CAR foi de 36,51% e para o grupo Bx_CAR foi de 34,98% sendo significativamente diferentes. As exigências de energia líquida para manutenção e ganho assim como as exigências de energia metabolizável para manutenção e a eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção de animais estratificados por CAR não diferem entre os grupos alto e baixo CAR. Porém, animais estratificados como alto CAR apresentaram maior eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso.

Palavras chave: crescimento, deposição, eficiência, manutenção

NUTRITIONAL REQUIREMENTS OF UNCASTRATED MALE BOVINE ANIMALS NELLORE

CLASSIFIED BY RESIDUAL FEED INTAKE - I ENERGY

ABSTRACT– The aim of this study was to determine the nutritional requirements of energy and estimate the coefficient of efficiency of utilization of metabolizable energy for gain (k_g) and maintenance (k_m). The comparative slaughter study was conducted with 31 male, uncastrated Nellore, with mean age of 18 ± 1.11 months and 413 ± 35.68 kg of body weight. The animals were previously classified according to the residual feed intake (RFI) with 16 animals classified as high RFI (H_RFI) and 15 as low RFI (L_RFI). The animals were randomly selected from the reference group, in a total of nine animals that were slaughtered at the beginning of the study to determine the body composition. The 31 animals were fed under two levels: restriction (65 g of DM/kg PV) and *ad libitum*. The diets were formulated to be isonitrogenous and isocaloric. In this formulation, *Brachiaria* grass hay was used in a proportion with concentrate of 20:80. The animals were slaughtered when they reached four mm of fat thickness measured on the 11th and 13th ribs using ultrasound. After slaughter, the right carcass was dissected for determination of empty body composition. The net energy requirement for maintenance (NEM) was obtained by the exponential relationship between heat production (HP) and metabolizable energy intake (MEI) while the net energy for gain (NEG) was calculated considering the weight of empty body (EBW) and gain of empty body (EBG). The values obtained for NEM and metabolizable energy of maintenance (MEM) were 77.48 kcal/kg $EBW^{0.75}$ /day and 91.84 kcal/ $EBW^{0.75}$ /day, respectively. No differences were observed in relation to energy requirements for the groups of RFI. The k_m was approximately 84.36 and 84.35% for animals classified as H_RFI and L_RFI. The equations for NEG for different groups were: H_RFI = $0.03234 * EBW^{0.75} * EBG * 1.2825$; and L_RFI = $0.03234 * EBW^{0.75} * EBG * 0.9058$. The k_g obtained in this study for H_RFI was 36.51% and L_RFI was 34.98% and were significantly different. The net energy requirements for maintenance and gain as well as the

metabolizable energy requirements for maintenance and the efficiency of utilization of metabolizable energy for maintenance of animals stratified by car did not differ between groups high and low RFI. However, stratified as high RFI animals showed a higher efficiency of utilization of metabolizable energy for gain.

Keywords: growth, deposition efficiency, maintenance

INTRODUÇÃO

Considerando os diversos sistemas de produção do Brasil associado às possíveis combinações de genótipos a serem explorados, encontramos como ponto comum a raça Nelore, que é base dos rebanhos brasileiros. Sendo estimado que mais de 80% do rebanho nacional seja composto por alguma composição genética derivada de raças zebuínas de acordo com Sainzet al. (2006). Poucos são os sistemas de cálculos de exigências nutricionais que avaliaram o requerimento de nutrientes para as condições brasileiras de produção de carne bovina. Os sistemas de cálculo dos requerimentos nutricionais para bovinos mais comumente utilizados tem como modelo animal, animais taurinos e criados sob condições de clima temperado o que passa a não condizer com a realidade da pecuária de corte brasileira. Uma vez que os animais zebuínos apresentam características adaptativas que os permite sobreviver em ambiente tropical com menor dispêndio energético. Menezes & Restle (2005) e Ferrel & Jenkins (1998) comentaram que animais da raça Nelore apresentaram menor peso de trato digestório (TD) em comparação a animais de raças taurinas de mesma categoria animal, sendo atribuído a estes primeiros o menor potencial de consumo. Considerando as diferenças existentes entre animais taurinos e zebuínos, há a necessidade da busca por informações que sejam mais condizentes com o padrão dos sistemas de produção praticados no Brasil.

O estudo das exigências de energia para bovinos de corte deve levar em consideração a partição do requerimento deste nutriente para a manutenção das atividades fisiológicas e para a produção, no caso de machos destinados a produção de carne, pode ser considerada o crescimento e a terminação caracterizado pela deposição de proteína e gordura com eficiências específicas para cada um dos componentes.

Sendo assim, objetivou-se avaliar as possíveis diferenças existentes quanto a exigência de energia líquida para manutenção e ganho de peso e exigência de energia metabolizável para manutenção bem como as respectivas eficiências de utilização da energia para manutenção e ganho

de peso de animais estratificados como A_CAR e Bx_CAR pertencentes ao rebanho Nelore Seleção (NeS).

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica dos Agronegócios de Bovinos de Corte, órgão do Instituto de Zootecnia do Estado de São Paulo durante os anos de 2007 a 2009.

Foram conduzidos dois experimentos de abate comparativo, durante este período, e foram utilizados 31 bovinos, machos, não castrados da raça Nelore.

Em ambos os estudos os animais foram submetidos a um período de adaptação ao experimento com duração de 48 dias, onde todos receberam a mesma dieta. Após o período de adaptação deu início ao período experimental, com duração de 112 dias. Durante todo o período, os animais foram alojados em baias individuais providos de cochos individuais cobertos e bebedouro que serviam a duas baias. Os animais foram pesados no início do experimento, após jejum de sólidos por 16 horas, para fins de determinação do peso corporal inicial (PVi) e a cada 28 dias para monitoramento do desempenho dos animais. A última pesagem foi realizada no frigoríficoprecedendo o abate para determinação do peso corporal final dos animais (PVf). O ganho de peso médio (GMD) foi calculado com base na pesagem inicial e na pesagem final dos animais.

Dieta

Foram realizadas análises de composição química dos ingredientes previamente à formulação das dietas experimentais para obter o valor nutricional das dietas experimentais. O teor energético das dietas experimentais foram obtidos segundo metodologia de predição do valor energético de dietas a partir da composição química dos alimentos segundo Valadares Filho et al., (2010).

As dietas utilizadas nos dois anos de experimento foram formuladas de forma a serem isonitrogenadas e isoenergéticas sendo as mesmas utilizadas nos períodos de adaptação ao experimento bem como ao longo de todo período experimental (Tabela 1).

Animais

Os animais provenientes do rebanho Nelore Seleção (NeS) compuseram a 25ª e 26ª progênie do Instituto de Zootecnia. O rebanho seleção é composto por animais com diferenciais de seleção superiores para as características de peso aos 378 dias, em esquema denominado seleção direcional.

No início do período experimental foram sorteados e abatidos nove animais para servirem de referência quanto a composição corporal inicial para os demais animais que permaneceram no experimento. Para os animais remanescentes, foram utilizados dois níveis de alimentação de forma a atender as exigências nutricionais dos animais com peso corporal médio de 300 quilogramas e ganho médio de peso de 800 gramas por dia segundo CNCPS de forma *Ad libitum* e o segundo nível restrito em que os animais recebiam 65 g MS/kg PV da dieta experimental. E os tratamentos foram distribuídos de forma inteiramente casualizada.

A alimentação foi fornecida duas vezes ao dia (7:00 e 16:00).

Foram realizadas mensurações por ultrassom segundo Williams (2002) com o intuito de acompanhar a deposição de gordura na carcaça e determinar o momento de abate, pois os animais foram abatidos ao atingirem quatro mm de espessura de gordura subcutânea sobre o *Longissimus* entre a 11ª e a 13ª costelas.

Classificação quanto ao Consumo Alimentar Residual (CAR)

Os animais que participaram deste estudo foram submetidos à avaliação prévia, quanto à classificação do CAR individual. Para realização de tal avaliação os animais foram mantidos em baias individuais, e foram contabilizadas as sobras e a quantidade de alimento

fornecido, sendo que o consumo alimentar voluntário e individual foi obtido pela diferença entre a quantidade fornecida e a quantidade de sobras coletada.

O consumo alimentar residual é expresso como sendo a diferença entre a ingestão alimentar observada de um animal e o consumo alimentar estimado, baseado no peso corporal (PV) e na taxa de crescimento ao longo de um determinado período.

Segundo Koch et al. (1963) o consumo diário de alimento é calculado em relação ao peso médio metabólico ($PV^{0,75}$) representado pela média entre o PVf e PVi elevado ao fator de 0,75, e o ganho de peso diário (GMD) de acordo com a equação obtida:

$$CMS_{\text{estimado}} = -1,301015 + 2,300828 * GMD + 0,091755 * PV^{0,75}$$

Admitindo o CAR como sendo a diferença entre o consumo voluntário obtido em condição experimental e o CMS estimado pela equação determinada.

A estratificação dos grupos de CAR foram, animais que apresentaram consumo igual ou inferior $\mu - 0,5 SD$ sendo denominado de animais de Baixo CAR(Bx_CAR) e animais que apresentaram consumo superior $\mu + 0,5 SD$ sendo denominados de animais de Alto CAR(A_CAR).O grupo A_CAR era composto por 16 animais e o grupo Bx_CAR era composto por 15 animais.

Abates e obtenção das amostras corporais

A idade média dos animais ao abate foi de $18 \pm 1,11$ meses e peso médio de $413 \pm 35,68$ kg. Os abates foram realizados no Abatedouro Experimental do Centro de Tecnologia de Carnes do Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL, Campinas-SP.

Estes animais foram submetidos a jejum de água e sólidos durante 16 horas e, após esse período, o peso corporal final foi determinado.

No momento do abate, os animais foram insensibilizados com pistola de pressão e, em seguida, foi realizada a suspensão e a sangria, por meio de secção na veia jugular. Todo o sangue foi coletado, pesado, amostrado e acondicionado em recipiente devidamente identificado e congelado para posterior liofilização. A cabeça foi separada do restante da

carcaça e após a retirada do couro e das patas, todos estes componentes foram devidamente pesados, moídos e congelados. Foram também retirados e pesados o fígado, o trato digestório (TD) livre do conteúdo (rúmen, retículo, omaso, abomaso e intestinos) e os outros órgãos (traquéia, pulmões, pâncreas, esôfago, mesentério, coração, baço, fígado, rins, rabo e pênis). A gordura renal pélvica e inguinal (GRPI) foi também separada da carcaça e pesada. O peso do corpo vazio (PCVZ) foi determinado pela soma dos pesos da carcaça, sangue, cabeça, couro, patas, cauda, órgãos e vísceras vazias e limpas.

As meias carcaças direita foram desossadas para separação dos cortes cárneos comerciais, com a finalidade de determinar aporção comestível, aparas e ossos, bem como os rendimentos de cortes primários.

Foram obtidas amostras de sangue; cabeça e patas; órgãos e vísceras que foram compostos por rúmen, retículo, omaso, abomaso e intestinos, traqueia, pulmões, pâncreas, esôfago, mesentério, coração, baço, fígado, rins, rabo e pênis; couro; carcaça composta pela meia carcaça direita e; costela composta pela secção da 11^a a 13^a costelas. As amostras de órgãos e vísceras foram congeladas e posteriormente moídas. Após a moagem de todas as partes que compunham o animal, foram coletadas amostras homogêneas e representativas de cada uma das partes, foram pesadas e acondicionadas em placas de petri devidamente identificadas e congeladas para posterior liofilização. Após a obtenção das amostras de todos os animais, estas amostras foram colocadas no liofilizador por período de, aproximadamente, 72 horas. Após a liofilização as amostras foram novamente pesadas para determinação da matéria seca gordurosa (MSG) e procedeu a moagem em liquidificador industrial com uso de gelo seco para obtenção das amostras com granulometria inferior a 1 mm, que foram acondicionadas em potes plásticos com tampa devidamente identificados de forma que não houvesse duplicata.

As amostras obtidas foram conduzidas para o Laboratório de Nutrição Animal (LNA) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa para análises laboratoriais a fim de determinar a composição química.

Análises laboratoriais para determinação da composição química

As análises de composição química foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LNA) pertencente ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. As amostras de dieta fornecida e sobras foram analisadas para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) segundo metodologia descrita em Silva & Queiroz (2002), o teor de FDN foi analisado segundo descrições de Mertens (2002), utilizando-se α -amilase termoestável e omitindo-se o uso de sulfito de sódio; as correções para proteína e cinzas na FDN seguiram os procedimentos descritos por Licitra et al. (1996) e Mertens (2002), respectivamente. O teor de carboidratos não-fibrosos (CNF) foram obtidos conforme equação proposta por Detmann & Valadares Filho (2010):

$$CNF = 100 - [MM + EE + FDN_{cp} + (PB - PBu + U)]$$

em que: CNF = teor de carboidratos não fibrosos; MM = teor de matéria mineral; EE = teor de extrato etéreo; FDN_{cp} = teor de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; PB = teor de proteína bruta; PBu = teor de proteína bruta oriunda da uréia; e U = teor de uréia. Todos os termos são expressos como % da MS.

As amostras representativas do corpo animal (cabeça e patas, órgãos e vísceras, couro, carcaça e sangue) foram analisadas para determinação dos teores de MS, MM e PB segundo metodologia descrita em Silva & Queiroz (2002) e EE segundo metodologia descrita pela AOCS (Am 5-04 ; AOCS 2009).

Análise dos dados

Predição do Consumo de Energia Metabolizável (CEM)

O conteúdo de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi estimado através da relação entre o consumo de NDT (CNDT) e o consumo de matéria seca (CMS). A energia digestível (ED) foi obtido através da multiplicação do CNDT pelo fator de 4,409 Mcal/kg de NDT (NRC, 2001), considerando a eficiência de conversão da energia metabolizável (EM) para energia digestível segundo COELHO DA SILVA & LEÃO (1979).

Predição da composição corporal inicial

Os procedimentos utilizados para prever o teor de energia retida no corpo e os requerimentos de energia para manutenção dos animais foram similares àqueles utilizados por LOFGREEN & GARRETT (1968). O peso de corpo vazio (PCVZ) foi calculado a partir do peso inicial (PVi) dos animais, assim como o conteúdo de proteína corporal inicial (PBi) e o conteúdo de gordura corporal inicial (EEi) foram estimados com base no PCVZ para cada animal individualmente, usando a média do PCVZ, PVi, PBi e EEi obtidos nos animais que compuseram a linha base.

Cálculo da energia retida (ER)

O aumento da massa corporal foi avaliado considerando a composição corporal ao início do experimento, que foi estimado baseado na composição corporal dos animais que compuseram a linha base, e a composição dos animais abatidos ao final do experimento. Sendo a composição da massa retida no corpo obtida pela diferença entre a composição final e a composição inicial dos animais. A energia retida nos tecidos corporais foi quantificada assumindo o equivalente energético da proteína como sendo 5,6405 Mcal/kg de proteína corporal e o equivalente energético para gordura sendo de 9,3929 Mcal/kg de gordura corporal segundo BLAXTER & ROOK (1953). O cálculo da composição química do ganho de peso e a ER foi necessário para estimar a composição química do ganho de peso.

Cálculos de Exigência de energia

Para estimação da exigência de energia líquida para ganho (ELg, Mcal/GPCVZ) foram ajustadas equações de regressão entre a ER e o GPCVZ, para determinado PCVZ^{0,75}, segundo o modelo:

$$ELg = a * PCVZ^{0,75} * GPCVZ^b$$

sendo que: ELg corresponde à energia líquida para ganho (Mcal/GPCVZ^{0,75}/dia) ou energia retida (ER, Mcal/GPCVZ^{0,75}/dia) e 'a' e 'b' correspondem aos coeficientes da regressão.

O ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) para cada animal foi calculado pela diferença entre o peso final e inicial dos respectivos animais, conforme descrito por Tedeschiet al., (2002). Para calcular a produção de calor (PC, Mcal/kg^{0,75} de PCVZ/dia) admitiu-se como sendo a diferença entre o CEM (Mcal/kg^{0,75} de PCVZ/dia) e a ER (Mcal/kg^{0,75} de PCVZ/dia).

A exigência de energia líquida para manutenção (ELm, Mcal/kg^{0,75} por PCVZ/dia) foi calculada segundo a equação:

$$PC = \beta_0 * e^{\beta_1 * CEM}$$

em que: **PC**: produção de calor (Mcal/kg PCVZ^{0,75}/dia); β_0 e β_1 : parâmetros da regressão; e: número do Euler, CEM: consumo de energia metabolizável (Mcal/kg PCVZ^{0,75}). Assim como descrito por MARCONDESet al. (2010), β_0 : exigência líquida para manutenção (ELm) expressa em Mcal/kg PCVZ^{0,75}.

A eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção (K_m) dos diferentes grupos CAR (A_CAR e Bx_CAR) foram obtidas através do método iterativo quando o CEM se iguala à PC. Sendo que a k_m foi obtida pela relação entre o CEM e a RELm.

A eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho (k_g) foi estimada através da relação entre a ER no ganho por unidade de tamanho metabólico (UTM) diário e o consumo de energia metabolizável por UTM/dia.

A exigência de energia metabolizável para manutenção (EMm, Mcal/kg PCVZ/dia) foi obtida através da relação existente entre a ELm (Mcal/GPCVZ/dia) e a k_m .

Análises estatística

Os dados de um animal pertencente ao grupo de contemporâneos de 2007 foram eliminados das análises estatísticas. Após o abate foi possível constatar que este animal possuía úlcera abomasal que foi responsável pelo comprometimento do desempenho durante o período experimental. Os dados dos demais animais foram utilizados na composição do banco de dados analisado.

A composição corporal em proteína, gordura e energia foram analisadas segundo o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + A_k + (\alpha\beta)_{ij} + (A\alpha)_{ik} + (A\beta)_{jk} + (A\alpha\beta)_{ijk} + e_{ijk}$$

em que: Y_{ijkl} = parâmetro observado; μ = constante geral; α_i = efeito fixo do grupo (alto e baixo CAR); β_j = efeito fixo do nível de alimentação (restrito e *ad libitum*); $(\alpha\beta)_{ij}$ = interação dos termos citados anteriormente; A_k = efeito aleatório de experimento; $(A\alpha)_{ik}$ = interação do efeito aleatório de experimento e o efeito fixo de grupo (Alto e Baixo CAR); $(A\beta)_{jk}$ = interação do efeito aleatório de experimento e o efeito fixo de nível de alimentação (restrito e *ad libitum*); $(A\alpha\beta)_{ijk}$ = interação do efeito aleatório de experimento e os efeitos fixos de grupo e nível de alimentação; e_{ijk} = erro aleatório assumido como NID (0, σ^2).

Os modelos não-lineares foram logaritmizados e ajustados aos dados utilizando o procedimento MIXED SAS (9.2) através do método iterativo de Gauss-Newton. Adotou-se $\alpha = 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A relação entre peso corporal em jejum (PV, kg) e peso de corpo vazio (PCVZ, kg) obtida e utilizada neste trabalho para estimar o PCVZ dos animais remanescentes foi de 0,9155. Não foram observados efeitos entre os diferentes grupos de CAR ($P > 0,05$). O valor encontrado para a relação PV/PCVZ encontra-se dentro do intervalo recomendado pelo NRC (2000) que é de

0,85 a 0,95 e pode ser considerado próximo do valor recomendado por VALADARES FILHO et al., (2010) que foi de 0,895.

Considerando a relação média GMD/GPCVZ foi obtido valor de 0,9550. Este valor encontra-se próximo dos valores encontrados por VALADARES FILHO et al., (2006), NRC (2000), CHIZZOTTI et al. (2008), MARCONDES et al. (2010) de 0,933; 0,951; 0,961 e 0,924, respectivamente. Porém encontra-se um pouco distante dos valores encontrados por Valadares Filho et al., (2010) para animais confinados que foi de 0,895. Possivelmente esta diferença existente entre o valor encontrado neste trabalho e o valor obtido no VALADARES FILHO et al., (2010) foi devido ao tipo de animal utilizado, uma vez que neste trabalho foram utilizados apenas animais zebuínos puros enquanto o banco de dados utilizado por VALADARES FILHO et al. (2010) era composto por animais zebuínos e seus mais variados cruzamentos. Conforme é sabido, animais taurinos tendem a apresentar maior tamanho de vísceras, o que consequentemente reduz o PCVZ. A partir da redução do PCVZ tem-se a redução do GPCVZ o que faz com que o valor obtido para relação GMD/GPCVZ seja mais distante de 1.

Exigência de energia líquida para manutenção (ELm)

Foram observadas diferenças para a interação CAR e CEM (P = 0,001) o que confere às equações valores diferentes para o expoente multiplicador do CEM. Para os demais fatores não foram observadas diferenças (P>0,05). Da mesma maneira para o intercepto da equação não foram observadas diferenças (P>0,05) o que confere às equações o mesmo coeficiente (Tabela 2).

Desta maneira, foram ajustadas equações separadas para cada grupo CAR para estimar a exigência de energia líquida de manutenção, sendo:

$$[\text{Eq. 1}] \quad ELm_{A_{CAR}} = 0,07748 * e^{1,8496 * CEM}$$

$$[\text{Eq. 2}] \quad ELm_{B_{CAR}} = 0,07748 * e^{1,8503 * CEM}$$

O animal é considerado estando em manutenção quando apresenta CEM igual a zero (LOFGREEN & GARRETT, 1968). Desta forma, igualando o CEM das equações [Eq. 1] e [Eq. 2] a zero para os animais pertencentes aos grupos A_CAR e Bx_CAR obtém-se ELM de 77,48 kcal/PCVZ^{0,75}/dia. O valor encontrado neste estudo para a ELM é próximo do valor encontrado pelo NRC (2000) para animais de origem taurina o que equivale dizer que os animais previamente classificados para CAR apresentaram ELM de aproximadamente 8,10% superior ao valor recomendado pelo mesmo sistema para animais de origem zebuína que é de aproximadamente 71,2 kcal/PCVZ^{0,75}/dia. TESDESCHI et al. (2002) estimaram a ELM média para o grupo de animais Nelore na puberdade de aproximadamente 77,2 kcal/PCVZ^{0,75}/dia sendo que não foram observadas diferenças entre as categorias de novilhos e animais adultos. Porém os animais utilizados neste estudo pertenciam a um rebanho selecionado para ganho de peso onde é esperado maior exigência de manutenção em decorrência do *turnover* protéico do tecido muscular que representou, aproximadamente, 67,22% do peso da carcaça em tecido muscular.

Assim como encontrado por TESDESCHI et al. (2002) o resultado encontrado para ELM para animais da raça Nelore não distinguem daqueles encontrados para animais de raças taurinas. Segundo MARCONDES et al. (2010) trabalhando com animais de diferentes classes sexuais e diferentes grupos genéticos, obteve ELM de 75,8 kcal/PCVZ^{0,75}/dia. Valadares Filho et al. (2010), a ELM estimado foi de 74,2 kcal/PCVZ^{0,75}/dia. CHIZZOTTI et al. (2008) avaliando animais zebuínos puros e cruzados, encontraram valor de 75 kcal/PCVZ^{0,75}/dia. VALADARES FILHO et al. (2006) e FREITAS et al. (2006) também trabalhando com animais puros e cruzados encontraram valores superiores aos anteriormente citados sendo 78,9 e 79,0 kcal/PCVZ^{0,75}/dia, respectivamente. Já o NRC (2000) assim como LOFGREEN & GARRETT (1968), trabalhando com animais de raças européias, obtiveram ELM de 77 kcal/PCVZ^{0,75}/dia, entretanto o NRC (2000) sugere que seja aplicada correção de 10% a menos para ELM para animais zebuínos.

Exigência de energia líquida para ganho (ELg)

Quando analisou-se o intercepto da equação de predição da exigência de energia líquida para ganho, não foram observadas diferenças para quaisquer variáveis ($P > 0,05$). Porém, quando analisou as interações entre os fatores CAR, NA e CAR*NA com relação ao GPCVZ observou-se diferença com relação à interação do CAR com o GPCVZ o que conferiu ao GPCVZ expoentes distintos para cada grupo CAR (Tabela 3). Sendo assim a exigência de energia líquida para ganho de peso de corpo vazio (EL_g , kcal/kg GPCVZ) foi obtida a partir de duas equações geradas para cada grupo de CAR separadamente, onde o intercepto das duas equações são o mesmo e o expoente do GPCVZ são diferentes conforme as equações abaixo:

$$EL_{g \text{ AltoCAR}} = 0,03234 * PCVZ^{0,75} * GPCVZ^{1,2825}$$

$$EL_{g \text{ Baixo CAR}} = 0,03234 * PCVZ^{0,75} * GPCVZ^{0,9058}$$

em que: PCVZ: peso de corpo vazio (kg); GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia).

De acordo com os resultados descritos acima não foi possível observar diferença significativa para os diferentes grupos CAR, o que torna possível a utilização de qualquer uma das equações para estimar o EL_g .

A partir das equações apresentadas, estimou-se as exigências de energia líquida por quilo de ganho de peso de corpo vazio para os diferentes pesos corporais (Tabela 4). É possível observar que para ambas equações o comportamento das estimações segue o padrão de comportamento em que se tem o aumento da exigência de energia líquida para ganho com o aumento do peso corporal e conseqüente peso de corpo vazio.

Exigência de energia metabolizável para manutenção (EM_m)

A energia metabolizável para manutenção é considerada como sendo o consumo de energia metabolizável quando a retenção de energia no corpo do animal é zero, ou seja, o animal não ganha e nem perde peso (DAWSON & STEEN, 1998).

Estimou-se a exigência de energia metabolizável para manutenções para os animais pertencentes a este trabalho como sendo de aproximadamente 91,84 kcal/PCVZ^{0,75}/dia. Contudo, este valor encontra-se abaixo dos valores encontrados por VALADARES FILHO et al. (2006) que foi de 108,39 kcal/PCVZ^{0,75}/dia, FREITAS et al. (2006) que foi de aproximadamente 97,71 kcal/PCVZ^{0,75}/dia, CHIZZOTTI et al. (2008) que obtiveram EMm de 112,0 kcal/PCVZ^{0,75}/dia e MARCONDES et al. (2010) que encontraram valor de 98,97 kcal/PCVZ^{0,75}/dia (Tabela 5). Possivelmente esta diferença pode ser atribuída à forma com que os autores VALADARES FILHO et al. (2006) e CHIZZOTTI et al. (2008) utilizaram para calcular a exigência de EMm, admitindo a relação existente a energia retida (ER) no corpo do animal e o CEM que segundo relatado por CHIZZOTTI et al. (2007) os resultados obtidos através da relação existente entre a produção de calor (PC) e o CEM resulta em valores superiores quando comparados à primeira relação.

Eficiência de utilização da energia para manutenção (k_m)

Com relação à eficiência de utilização da energia líquida para manutenção (k_m) os valores obtidos para os animais pertencentes aos grupos A_CAR e Bx_CAR foram de 84,36 e 84,35%, respectivamente. Os valores encontrados para os diferentes grupos de CAR são superiores àqueles pertencentes ao intervalo recomendado por FERRELL & JENKINS (1998) que, avaliaram animais taurinos e seus cruzados e obtiveram valores de eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção entre 65 e 69%. De acordo com o NRC (2000), o valor de k_m obtido a partir do método iterativo foi de 65%. MARCONDES et al., (2011) obtiveram valor de 67,19% para k_m , VALADARES FILHO et al., (2006) obteve o valor para k_m de 63,0% para animais zebuínos sem a inclusão de animais da raça Nelore. Chizzotti et al., (2008) também avaliando a k_m encontrou valor de 67% em seus estudos com animais zebuínos e seus cruzados. O resultado obtido no presente estudo é reflexo da baixa exigência de energia metabolizável para manutenção (91,84 Mcal/PCVZ^{0,75}/dia) uma vez que o valor de k_m é obtido através da relação entre ELM e EMm.

Eficiência de utilização da energia para ganho de peso (k_g)

A eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho (k_g) apresentou diferença ($P = 0,0002$) entre os grupos de CAR (Tabela 6).

Estando estes valores abaixo dos valores encontrados na literatura, tais como MARCONDES et al., (2011) que foi de 41,22%, PAULINO (2006) que encontrou k_g de 45% e TEDESCHI et al., (2002) que encontrou o valor de 45,5% para machos da raça Nelore não castrados.

CONCLUSÃO

As exigências de energia líquida para manutenção e ganho assim como as exigências de energia metabolizável para manutenção e a eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção de animais estratificados por CAR não diferem entre os grupos alto e baixo CAR. Porém, animais estratificados como alto CAR apresentaram maior eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- AOCS (Am 5-04, AOCS 2009). "Official methods and recommended practices of the AOCS."
- BLAXTER, K. L. AND J. A. F. ROOK. The heat of combustion of the tissues of cattle in relation to their chemical composition. **British Journal of Nutrition**, 7: 83-91. 1953.
- 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**, 86(7), 1588 – 1597. 2008.
- CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; TEDESCHI, L.O.; CARSTENS, G.E. Energy and protein requirements for growth and maintenance of F1 Nellore x Red Angus bulls, steers, and heifers. **Journal of Animal Science**, 87: 1971 – 1981. 2007.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. Fundamentos de nutrição de ruminantes. Piracicaba: Livroceres, 380p. 1979.
- DAWSON, L.E.R.; STEENS, R. W.J. Estimation of maintenance energy requirements of beef cattle and sheep. **Journal of Agriculture Science**, 131: 477 – 485. 1998.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F. Predição do valor energético de dietas para bovinos a partir da composição química dos alimentos. In: **VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L. et al. (Eds.). Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados BRCORTE**. 2.ed. Viçosa, MG: DZO-UFV, p.47-64. 2010.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 62, p.980-984, 2010.
- FERRELL, C.L.; JENKINS, T.G. Body composition and energy utilization by steers of diverse genotypes fed a high-concentrate diet during finishing period: II. Angus, Boran, Brahman, Hereford, and Tuli sires. **Journal of Animal Science**, 76(2): 647 – 657. 1998.
- FREITAS, J.A.; QUEIROZ, A.C.; DUTRA, A.R. et al. Eficiência de utilização da energia metabolizável em bovinos Nelore puros e cruzados submetidos a quatro níveis de concentrado na ração. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 35(2): 894 – 901. 2001.
- KOCH, R.M., SWINGER, L.A., CHAMBERS, D., and GREGORY, K.E. 1963. Efficiency of feed use in beef cattle. **J. Anim. Sci.** 22: 486-494.
- KEBREAB, E.; DIJKSTRA, J.; BANNINK, A et al. (Eds.) **Nutrient digestion and utilization in farm animals: modeling approaches**. Wallingford: Cabi Publishing, 2006. 480p.
- LICITRA, G., T. M. HERNANDEZ, et al. "Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds." **Animal Feed Science and Technology** 57: 347-358. 1996.

- LOGGREEN, G. P. AND W. N. GARRETT. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, 27(3): 793-806. 1968.
- MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; OLIVEIRA, I.M. et al. Exigências de energia de animais Nelore puros e mestiços com as raças Angus e Simental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 40(4) 872 – 881. 2011.
- MARCONDES, M.I.; TEDESCHI, L.O.; VALADARES FILHO, S.C. Prediction of partial efficiency of use of metabolizable energy to net energy for gain. In: Southern Section of American Society of Animal Science, Orlando, FL. P.28. 2010.
- MENEZES, L.F.G; RESTLE, J. Desempenho de novilhos de gerações avançadas do cruzamento alternado entre as raças Charolês e Nelore, terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 34(6) 1927 – 1937. 2005.
- MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: Collaborative study. **Journal of AOAC International**, 85(6): 1217-1240. 2002.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of Dairy Cattle**. 7th ed. Washington, DC: National Academy Press. 381p. 2001.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of Beef Cattle**. 7th ed. Washington, DC: National Academy Press. 242p. 2000.
- PAULINO, P.V.R. **Desempenho, composição corporal e exigências nutricionais de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 159p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2006.
- SAINZ, R.D.; BARIONI, L.G.; PAULINO, P.V.R. et al. Growth patterns of Nelore vs. British beef cattle breeds assessed using dynamic, mechanistic model of cattle growth and composition. In: KREBREAB, E. DIJKSTRA, J.; BANNINK A. et al. (Eds). **Nutrient digestion and utilization in farm animals: modeling approaches**. Wageningen: CABI publishing, 480p. 2006.
- SILVA, D. J. & A. C. QUEIROZ. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG, Editora UFV. 2002.
- TEDESCHI, L.O.; BOIN, C.; FOX, D.G. et al. Energy requirement for maintenance and growth of Nelore bulls and steers fed high-forage diets. **Journal of Animal Science**, 80(6): 1671 – 1682. 2002.
- VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L. et al. (Eds.). **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados BR-CORTE**. 2.ed. Viçosa, MG: DZO-UFV, 2010. p.47-64.

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, SupremaGráfica LTDA. 142p. 2006.

WILLIAMS, A. R. Ultrasound applications in beef cattle carcass research and management. **Journal Animal Science**, 80(2): E183-E185.2002.

TABELAS E FIGURAS

Tabela 1. Composição da dieta em valores percentuais de cada ingrediente e composição química das dietas experimentais

ITEM	Rações Experimentais	
	2007	2008
Composição da dieta (% MS)		
Feno de <i>Brachiariabrizantha</i>	18,6	20,0
Milho grão moído	39,4	40,0
Farelo de algodão	7,7	9,5
Algodão Caroço	12,3	11,0
Polpa Cítrus	18,2	15,0
Uréia : Sulfato de amônio	1,3	1,5
Calcário Calcítico	0,5	0,5
Sal mineral	2,0	2,5
Composição química		
MS (%)	88,57	88,59
MM (%MS)	4,09	4,03
PB (%MS)	15,46	16,16
EE (%MS)	5,50	5,25
FDNcp (%MS)	30,38	30,72
Carboidratos Não Fibrosos ¹ (% MS)	46,98	46,62
Lignina (%MS)	3,93	3,96
NDT ² (% MS)	83,44	83,49
Relação volumoso:concentrado	18,6:81,4	20,0:80,0

¹calculado de acordo com DETMANN e VALADARES FILHO (2010); ²calculado segundo DETMANN (2010); NDT: nutrientes digestíveis totais.

Tabela 2. Coeficientes da equação de predição da exigência de energia líquida para manutenção para os diferentes grupos CAR

Coeficiente	Grupo CAR		P-Valor
	Alto CAR	Baixo CAR	
β_0	0,07748	0,07748	P>0,05
β_1	1,8496	1,8503	P=0,01

Tabela 3. Coeficientes da equação de predição da exigência de energia líquida para ganho para os diferentes grupos CAR

Coeficiente	Grupo CAR		P-Valor
	Alto CAR	Baixo CAR	
β_0	0,03234	0,03234	P>0,05
β_1	1,2825	0,9058	P<0,05

Tabela 4. Estimação da exigência líquida para ganho de peso segundo as equações para cada grupo CAR

PV (kg)	PCVZ (kg)	ELg (Mcal/GPCVZ/dia)	
		A_CAR	Bx_CAR
200	183,1	1,61	1,61
250	228,9	1,90	1,90
300	274,7	2,18	2,18
350	320,4	2,45	2,45
400	366,2	2,71	2,71
450	412,0	2,96	2,96

Tabela 5. Estimação da exigência de energia metabolizável para manutenção obtida neste estudo e demais estudos conduzidos em condições tropicais

Estudo	EM _m (kncal/kg PCVZ ^{0,75} /dia)
Araújo et al. (2011)	91,84
Marcondes (2010)	98,97
Chizzotti et al. (2008)	112,00
Freitas et al. (2006)	97,71
Valadares Filho et al. (2006)	108,39

Tabela 6. Eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho (k_g) para os diferentes grupos CAR

Grupos CAR	k_g	P-valor
A_CAR	36,51	P=0,0002
Bx_CAR	34,98	

EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE BOVINOS MACHOS NÃO CASTRADOS PERTENCENTES A RAÇA NELORE ESTRATIFICADOS POR CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL – II PROTEÍNA

RESUMO -Objetivou determinar as exigências nutricionais de proteína e estimar os coeficiente de eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho (k_g) de peso e manutenção (k_m). O experimento de abate comparativo foi conduzido com 31 bovinos machos não castrados da raça Nelore com idade média de $18 \pm 1,11$ meses e $413 \pm 35,68$ kg de peso corporal. Os animais foram previamente classificados quanto ao consumo alimentar residual sendo 16 animais classificados como alto CAR e 15 animais classificados como baixo CAR. Os animais foram sorteados ao acaso para formarem o grupo referência, composto por 9 animais, que foram abatidos ao início do experimento para determinar a composição corporal dos demais animais que compuseram o estudo e os animais remanescentes foram separados de maneira inteiramente casualizada para o fornecimento das dietas experimentais em dois grupos sendo: restrição (65 g MS/kg PV) e *Ad libitum* em que os animais recebiam alimentação à vontade. As dietas foram formuladas para serem isonitrogenadas e isoenergéticas e eram compostas de feno de capim braquiária e concentrado na proporção de 20:80. Os animais foram destinados ao abate quando alcançaram quatro mm de espessura de gordura subcutânea medido entre a 11ª e 13ª costelas com uso de ultrassom. Após o abate a meia carcaça direita foi totalmente dissecada para determinação da composição corporal. A exigência de proteínametabolizável para manutenção ($PMet_m$) foi obtida através de relação existente entre o peso corporal (PV) e o consumo de proteína metabolizável (CPMet), a exigência de proteína líquida para manutenção foi obtida à partir da conversão da $PMet_m$ considerando a relação de nitrogênio retido e absorvido de 0,667. A exigência de proteína líquida para ganho (PL_g) foi estimada por equações não lineares: $PL_g = a*GPCVZ - b*ER$. Não foram observadas diferenças significativas entre as exigências dos diferentes grupos CAR sendo a exigência de $PMet_m$ para os dois grupos CAR foi de $3,73 \text{ g } PMet_m/PV^{0,75}/\text{dia}$ ou $4,04 \text{ g } PMet_m/PCVZ^{0,75}/\text{dia}$. A exigência de PL_m foi de $2,22 \text{ g}$

proteína líquida/kg $PV^{0,75}$ e a exigência de PL_m em relação ao PCVZ foi de 2,26 g proteína líquida/kg $PCVZ^{0,75}$. Não houve diferença para k_g em relação aos dois grupos CAR, sendo assim o k_g obtido foi de aproximadamente 55,58%.

Palavras chave: desempenho, proteína metabolizável, manutenção

NUTRITIONAL REQUIREMENTS OF UNCASTRATED MALE BOVINE ANIMALS NELLORE

CLASSIFIED BY RESIDUAL FEED INTAKE– II PROTEIN

ABSTRACT - This study aimed to determine the nutritional requirements of protein and estimate the coefficient of efficiency of utilization of metabolizable protein for gain (k_g) and weight maintenance (k_m). The comparative slaughter experiment was conducted with 31 male animalsuncastrated Nellore with a mean age of 18 ± 1.11 months and 413 ± 35.68 kg bodyweight. The animals were previously classified according to residual feed intake with 16 classified as high RFI animals and 15 animals classified as low RFI. The animals were randomly selected at random to form the reference group, consisting of 9 animals that were slaughtered at the beginning of the experiment to determine the body composition of the remaining rabbits in the study and the remaining animals were separated so completely random for the supply of experimental diets in two groups being: restriction (65 g DM / kg BW) and Ad libitum in which animals were fed at will. Diets were formulated to be isonitrogenous and isocaloric and consisted of Brachiaria grass hay and concentrate in the ratio of 20:80. The animals were to be slaughtered when they reached four mm of fat thickness measured between the 11th and 13th ribs using ultrasound. After killing the right half carcass was fully dissected for determination of body composition. The metabolizable protein requirement for maintenance (PM_{Et}m) was obtained from the relationship between body weight (BW) and intake of metabolizable protein (IPMet), net protein requirement for maintenance was obtained from the conversion of PM_{Et}m considering the relationship nitrogen retained and absorbed 0.667. The net protein requirement for gain (NPg) was estimated by nonlinear equations: NPg = a *EBWG - b * ER. There were no significant differences between the requirements of different groups and the CAR requirement PM_{Et}m CAR for the two groups was $3.73 \text{ g PM}_{Et}m/BW^{0.75}/\text{day}$ or $4.04 \text{ g PM}_{Et}m/EBW^{0.75}/\text{day}$. The requirement of PLM was $2.22 \text{ g NP / kg BW}^{0.75}$ and the

requirement of PLM compared to EBW was 2.26 g NP / kg EBW^{0.75}. There was no difference in k_g for the two groups CAR, so the k_g obtained was approximately 55.58%.

Keywords: performance, metabolizable protein, maintenance

INTRODUÇÃO

O estudo das exigências de proteína para bovinos deve ser considerado de grande relevância na busca por sistemas de produção cada vez mais sustentáveis ambiental e economicamente. A proteína é reconhecida como sendo o nutriente dietético de maior custo aliado ao fato de que o produto final da digestão desta pode desencadear em problemas ambientais devido ao desequilíbrio gerado pelo excesso de nitrogênio excretado.

O conhecimento das exigências nutricionais faz-se necessário que seja possível otimizar o uso dos recursos em níveis basais de forma a obter um equilíbrio entre nutrientes ingeridos e produtos depositados na carcaça animal. Aliado a isso deve-se atentar para a seleção dos animais de maior potencial genético para ganho de peso, entretanto que sejam mais eficientes com relação a utilização dos nutrientes ingeridos fazendo com que sejam necessários menores quantidades de alimento.

Existem diversas práticas de manejo dos animais que possibilitam explorar animais de maneira mais eficiente, porém o manejo de recursos como os alimentos como um todo ou ainda, de maneira mais minuciosa, nutrientes vem sendo exigido cada dia mais.

Conforme já afirmado anteriormente, dentre todos os nutrientes a proteína é o mais oneroso e quando fornecido em excesso, está relacionado intimamente com problemas ambientais e comprometimento do desempenho animal bem como quando fornecido em quantidade abaixo dos requerimentos dos animais. À partir deste ponto, surge o interesse pelo conhecimento da capacidade de alguns animais em utilizar mais eficientemente os nutrientes, de forma a exigirem menores quantidades de nutrientes e manifestarem o mesmo desempenho. Estes animais possivelmente teriam relação com a redução da produção de dejetos poluentes o que contaria como ponto a favor da produção de carne ecologicamente correta e nutricionalmente mais eficiente.

A partir desta possibilidade objetivou por meio do presente estudo avaliar as possíveis diferenças existentes quanto às exigências de proteína para manutenção e ganho de peso bem

como a eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho em animais previamente estratificados em alto e baixo CAR pertencentes ao rebanho Nelore selecionados para ganho de peso ao ano e sobreano (NeS).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação Experimental de Sertãozinho, atual Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica dos Agronegócios de Bovinos de Corte, órgão do Instituto de Zootecnia do Estado de São Paulo durante os anos de 2007 a 2009.

Foram conduzidos dois experimentos de abate comparativo, durante este período, e foram utilizados 40 bovinos, machos, não castrados e pertencentes à raça Nelore.

Nos dois anos de experimento os animais foram submetidos a um período de adaptação às instalações e à dieta com duração de 48 dias, onde todos os animais receberam a mesma dieta. Após o período de adaptação deu início ao período experimental, com duração de 112 dias. Durante todo o período, os animais foram alojados em baias individuais providos de cochos individuais cobertos e bebedouro que serviam duas baias. Os animais foram pesados após terem sido submetidos a jejum de sólidos por 16 horas, no início e no final do experimento para determinação do peso inicial (PVi) e peso final (PVf) respectivamente, e a cada 28 dias para monitoramento do desempenho dos animais. O ganho de peso médio (GMD) foi calculado com base na pesagem inicial e na pesagem final dos animais.

Dieta

Foram realizadas análises de composição química dos ingredientes previamente à formulação das dietas experimentais para obter o valor nutricional das dietas experimentais. O teor energético das dietas experimentais foram obtidos segundo metodologia de predição do valor energético de dietas a partir da composição química dos alimentos segundo DETMANN et al., (2010).

As dietas utilizadas nos dois anos de experimento foram formuladas de forma a serem isoprotéicas e isoenergéticas sendo as mesmas utilizadas nos períodos de adaptação ao experimento bem como ao longo de todo período experimental (Tabela 1).

Animais

Os animais eram provenientes do rebanho Nelore Seleção (NeS), que compuseram a 25ª e 26ª progênie do Instituto de Zootecnia de Sertãozinho - SP. O rebanho seleção é composto por animais com diferenciais de seleção superiores para as características de peso ao ano e ao sobreano, em um esquema denominado seleção direcional.

No início do período experimental foram sorteados e abatidos 9 animais para servirem de referência quanto a composição corporal inicial para os demais animais que permaneceram no experimento. Para os animais remanescentes, foram utilizados dois níveis de alimentação de forma a atender as exigências nutricionais para animais de peso médio de 300 quilogramas e com ganhos moderados segundo CNCPS de forma *Ad libitum* e o segundo nível restrito em que os animais recebiam 65 g MS/kg PV das dietas experimentais. Os tratamentos foram distribuídos de forma inteiramente casualizada às unidades experimentais.

A alimentação foi fornecida duas vezes ao dia (7:00 e 16:00) sendo sua composição nutricional próxima à de um pasto de boa qualidade (Tabela 1).

Foram realizadas mensurações por ultrassom segundo Williams (2002) com o intuito de acompanhar a deposição de gordura na carcaça e determinar o momento de abate, sendo o critério adotado para definir o ponto de abate dos animais quando estes atingissem 4 mm de espessura de gordura subcutânea sobre o *Longissimusdorsi* entre a 11ª e a 13ª costelas e sobre P8.

Classificação quanto ao Consumo Alimentar Residual (CAR)

Os animais que participaram deste estudo foram submetidos a uma avaliação, prévia quanto ao CAR individual. Para realização de tal avaliação os animais foram mantidos em baias

individuais, e foram contabilizadas as sobras e a quantidade de alimento fornecido, sendo que o consumo alimentar voluntário e individual foi obtido pela diferença entre a quantidade fornecida e a quantidade de sobras coletada.

O consumo alimentar residual é expresso como sendo a diferença entre o a ingestão alimentar de um animal real (observada) e o seu consumo alimentar esperado que é baseado no peso corporal (PV) e a taxa de crescimento ao longo de um determinado período.

KOCH et al., (1963) para consumo diário de alimento em relação ao peso médio metabólico ($PV^{0,75}$) representado pela média entre o peso vivo final e inicial elevado ao fator de 0,75; e o ganho de peso diário (GMD) de acordo com o modelo:

$$CMS_{\text{estimado}} = -1,301015 + 2,300828 * GMD + 0,091755 * PV^{0,75}$$

Admitindo o CAR como sendo a diferença entre o consumo voluntário obtido em condição experimental e o CMS estimado pelo modelo acima.

A estratificação dos grupos de CAR foram, baixo CAR (Bx_CAR) e alto CAR (A_CAR) sendo que o Bx_CAR é o grupo composto pelos animais que apresentaram valores para o CAR menores e iguais ao valor obtido pela $\mu - 0,5 SD$ já para os animais que compuseram o grupo dos animais A_CAR era composto por animais que apresentaram valor da diferença anteriormente citada como sendo $\mu + 0,5 SD$.

Abates e obtenção das amostras corporais

Os animais foram abatidos com idade média de $18 \pm 1,11$ meses e peso médio de $413 \pm 35,68$ kg. Os abates foram realizados no Abatedouro Experimental do Centro de Tecnologia de Carnes do Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL, Campinas-SP. Os animais foram submetidos a jejum de água e alimentos por 16 horas e, após esse período, peso corporal ao abate foi determinado.

Os animais foram insensibilizados com auxílio de pistola de pressão e, em seguida, foi realizada a suspensão e a sangria, por meio de secção da jugular. Todo o sangue foi coletado,

pesado, amostrado e acondicionado em recipiente devidamente identificado e congelado em ultra-freezer para posterior liofilização. A cabeça foi separada do restante da carcaça e, após a retirada do couro e das patas, todos estes componentes foram devidamente pesados e congelados. Foram também retirados e pesados o fígado, o tecido gastrointestinal livre do conteúdo (TGI) (rúmen, retículo, omaso, abomaso e intestinos) e os outros órgãos (traquéia, pulmões, pâncreas, esôfago, mesentério, coração, baço, fígado, rins, rabo e pênis). A gordura renal pélvica e inguinal foi também separada da carcaça e pesada. O peso do corpo vazio (PCVZ) foi determinado pela soma dos pesos da carcaça, sangue, cabeça, couro, patas, cauda, órgãos e vísceras vazias e limpas.

As meias carcaças direita foram dissecadas para determinação da composição em músculo, gordura e ossos. Posteriormente a realização de todos estes procedimentos, as meias carcaças esquerda foram serradas em serra-fita para obtenção de pedaços menores e congeladas e logo em seguida moídas em moinho de rosca-sem-fim tipo moinho de carne.

Foram obtidas amostras de sangue; cabeça e patas; órgãos e vísceras que foram compostas por rúmen, retículo, omaso, abomaso e intestinos, traquéia, pulmões, pâncreas, esôfago, mesentério, coração, baço, fígado, rins, rabo e pênis; couro; e carcaça composta pela meia carcaça direita. As amostras de órgãos e vísceras foram congeladas e posteriormente moídas no mesmo moinho. Após a moagem de todas as partes que compunham o animal, foram coletadas amostras homogêneas de cada uma das partes separadamente de forma a serem representativas, foram pesadas e acondicionadas em placas de petri devidamente identificadas e congeladas em ultra-freezer para posterior liofilização. O processo de liofilização foi realizado após o congelamento das amostras em ultra-freezer a temperatura de -80°C e lá permaneceram até a obtenção das últimas amostras. Posteriormente, estas amostras foram acondicionadas em um liofilizador por período de 72 horas. Após a liofilização as amostras foram novamente pesadas para determinação da matéria seca gordurosa (MSG) e procedeu a moagem em liquidificador industrial com uso de gelo seco para obtenção das

amostras com granulometria inferior a 1 mm e foram acondicionadas em potes plásticos com tampa devidamente identificados de forma que não houvessem duplicatas.

As amostras obtidas foram conduzidas para o Laboratório de Nutrição Animal (LNA) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa para análises laboratoriais para determinação da composição química.

Análises laboratoriais para determinação da composição química

As análises de composição química foram realizadas no LNA pertencente ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

As amostras de dieta fornecida e sobras foram analisadas para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) segundo metodologia descrita por SILVA & QUEIROZ (2002), o teor de FDN foi analisada segundo descrições de MERTENS (2002) , utilizando-se α -amilase termoestável e omitindo-se o uso de sulfito de sódio; as correções para proteína e cinzas na FDN seguiram os procedimentos descritos por LICITRA et al. (1996) e MERTENS (2002) respectivamente. O teor de carboidratos não-fibrosos (CNF) foi obtido conforme equação proposta por DETMANN & VALADARES FILHO (2010):

$$\text{CNF} = 100 - [\text{MM} + \text{EE} + \text{FDN}_{\text{cp}} + (\text{PB} - \text{PBu} + \text{U})]$$

em que: CNF = teor de carboidratos não fibrosos; MM = teor de matéria mineral; EE = teor de extrato etéreo; FDN_{cp} = teor de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; PB = teor de proteína bruta; PBu = teor de proteína bruta oriunda da uréia; e U = teor de uréia. Todos os termos são expressos como % da MS.

As amostras representativas do corpo animal (cabeça e patas, órgãos e vísceras, couro, carcaça e sangue) foram analisadas para determinação dos teores de MS, MM e PB segundo metodologia descrita por SILVA & QUEIROZ (2002) e EE segundo metodologia descrita pela AOCS (Am 5-04 ; AOCS 2009).

Os conteúdos corporais de proteína e gordura foram determinados em função das concentrações percentuais destes nutrientes nas amostras quem compunham o corpo (sangue; carcaça; órgãos e vísceras; cabeça e patas e couro).

Análise dos dados

Predição do Consumo de Proteína Metabolizável (CPMet)

A determinação da eficiência microbiana adotada para este trabalho foi descrita por MARCONDES et al. (2009), sendo adotado o valor de 120 g PMic/kg NDT, obtido para os animais deste experimento.

O consumo de proteína metabolizável (CPMet) foi calculado como sendo o consumo de proteína microbiana verdadeira digestível (PMic) somado ao consumo de proteína não degradável no rúmen digestível (PNDR). A PMic foi calculada a partir do consumo de NDT, sendo sua fração verdadeira e digestibilidade adotada como 80 e 80%, respectivamente segundo NRC (2001). Estimou-se o consumo de PNDR como sendo o consumo de proteína bruta menos a produção de PMic e considerou a digestibilidade desta como sendo 80%.

Predição da composição corporal inicial

O peso de corpo vazio (PCVZ) foi calculado a partir do peso inicial (PVi) dos animais, assim como o conteúdo de proteína corporal inicial (PBi) e o conteúdo de gordura corporal inicial (EEi) foram estimados com base no PCVZ para cada animal individualmente, usando a média do PCVZ, PVi, PBi e EEi obtidos nos animais que compuseram a linha base.

Cálculo da energia retida (ER)

O aumento da massa corporal foi avaliado considerando a composição corporal ao início do experimento, que foi estimado baseado na composição corporal dos animais que compuseram a linha base, e a composição dos animais abatidos ao final do experimento. Sendo a composição da massa retida no corpo obtida pela diferença entre a composição final e a composição inicial dos animais. A energia retida nos tecidos corporais foi quantificada

assumindo o equivalente energético da proteína como sendo 5,6405 Mcal/kg de proteína corporal e o equivalente energético para gordura sendo de 9,3929 Mcal/kg de gordura corporal segundo BLAXTER & ROOK (1953). O cálculo da composição química do ganho de peso e a ER foi necessário para estimar a composição química do ganho de peso.

Exigência de proteína metabolizável para manutenção (PMet_m)

A exigência de proteína metabolizável para manutenção (PMet_m, g/kg^{0,75}) foi estimada considerando a relação existente entre o PV (kg/dia) e o consumo de PMet (CPMet, g/dia) de acordo com o modelo descrito pelo NRC (2000):

$$CPMet_m = \beta_0 + \beta_1 * PV$$

em que, CPMet = consumo de proteína metabolizável (g/dia); β_0 = estimação da exigência de proteína metabolizável para manutenção (PMet_m); β_1 = eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho; PV = peso corporal (kg/dia).

O CPMet_m (g PMet/kg^{0,75}) por unidade de peso corporal médio metabólico (PV^{0,75}, kg^{0,75}) foi estimado como sendo a relação:

$$PMet_m = \frac{\beta_0}{PV^{0,75}}$$

Alternativamente, foi utilizada relação existente entre o CPMet e o GPCVZ para estimar a exigência de proteína metabolizável para manutenção segundo modelo NRC (2000).

$$CPMet_m = \beta_0 + \beta_1 * GPCVZ$$

Sendo que: CPMet_m = consumo de proteína metabolizável (g/dia); β_0 = estimação da exigência de proteína metabolizável para manutenção (PMet_m); β_1 = eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho; GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (g/dia).

Da mesma maneira que anteriormente, a exigência de proteína metabolizável para manutenção foi estimada através da relação entre a estimação da exigência de proteína metabolizável para manutenção e o peso de corpo vazio médio metabólico (PCVZ^{0,75}):

$$PMet_m = \frac{\beta_0}{PCVZ^{0,75}}$$

Exigência de proteína líquida para manutenção (PL_m)

A exigência de proteína líquida para manutenção foi obtida à partir da conversão da exigência de proteína metabolizável para manutenção estimada neste trabalho considerando a relação entre nitrogênio retido e nitrogênio absorvido encontrado por VERAS (2006) que é 0,667.

$$PL_m = CPMet_m * 0,667$$

Cálculo da proteína líquida para ganho (PL_g)

A exigência de proteína líquida para ganho dos animais de cada grupo CAR foi estimado por meio de equações não lineares dos conteúdos corporais de proteína dos animais em desempenho e referência em função do GPCVZ e ER, conforme o seguinte modelo:

$$PL_g = a * GPCVZ - b * ER$$

sendo que PL_g = exigência de proteína líquida para ganho (g/dia); 'a' e 'b' = parâmetros da equação; GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia); ER = energia retida no corpo do animal (UTM/dia).

Análises estatística

Os dados de um animal pertencente ao grupo de contemporâneos de 2007 foram eliminados das análises estatísticas. Após o abate foi possível constatar que este animal possuía uma úlcera abomasal que foi responsável pelo comprometimento de seu desempenho durante o período experimental. Os dados dos demais animais foram utilizados na composição do banco de dados analisado.

As análises estatísticas foram realizadas segundo o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + A_k + (\alpha\beta)_{ij} + (A\alpha)_{ik} + (A\beta)_{jk} + (A\alpha\beta)_{ijk} + e_{ijk}$$

em que: Y_{ijk} = parâmetro observado; μ = constante geral; α_i = efeito fixo do grupo (alto e baixo CAR); β_j = efeito fixo do nível de alimentação (restrito e *ad libitum*); $(\alpha\beta)_{ij}$ = interação dos termos citados anteriormente; A_k = efeito aleatório de experimento; $(A\alpha)_{ik}$ = interação do

efeito aleatório de experimento e o efeito fixo de grupo (Alto e Baixo CAR); $(A\beta)_{jk}$ = interação do efeito aleatório de experimento e o efeito fixo de nível de alimentação (restrito e *ad libitum*); $(A\alpha\beta)_{ijk}$ = interação do efeito aleatório de experimento e os efeitos fixos de grupo e nível de alimentação; e_{ijk} = erro aleatório assumido como NID $(0, \sigma^2)$.

Os modelos não lineares foram logaritizados e ajustados aos dados utilizando o procedimento MIXED SAS (9.2) através do método iterativo de Gauss-Newton. Adotou-se $\alpha = 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram considerados alguns detalhes no que diz respeito ao consumo de proteína requer atenção. Quando se considera o consumo de proteína bruta (PB), pode estar incorrendo em erros de estimação uma vez que não são considerados o valor biológico da proteína bem como a eficiência de síntese de proteína microbiana (PMic) por unidade de matéria seca digestível. Desta maneira, é prudente adotar o consumo de proteína metabolizável (PMet) que expressa a quantidade de proteína disponível no intestino delgado para ser absorvido e utilizado pelo animal. Para isto admitiu-se a eficiência de síntese de PMic como sendo 120g de PMic/kg de NDT conforme recomendado por Marcondes (2010 – Br-Corte). Desta maneira tornou-se possível converter os dados deste estudo de consumo de PB para consumo de PMet e só então correlacioná-lo com ganho médio diário (GMD) segundo recomendação do NRC (2000).

Exigência de proteína para manutenção

Admitiu-se a exigência de PMet para manutenção como sendo o ponto no qual o animal não teria retenção de proteína corporal, apresentando ganho diário nulo.

Para fins de estimar o consumo de proteína metabolizável para manutenção foram considerados o ganho médio diário (GMD) e suas possíveis interações com o CAR, NA e CAR*NA. Não foram observadas diferenças quanto ao intercepto da equação ($P > 0,05$),

entretanto para a interação CAR*GMD foi observada diferença (P=0,0127) o que requer uma equação para cada grupo CAR separado.

$$\text{CPMet}_{\text{AltoCAR}} = 332,98 + 225,29 * \text{GMD}$$

$$\text{CPMet}_{\text{BaixoCAR}} = 332,98 + 166,98 * \text{GMD}$$

À partir das equações geradas estimou-se o CPMet para diferentes GMD (Tabela 2) e dividindo-se o intercepto das equações pelo peso corporal médio metabólico ($\text{PV}^{0,75}$) obteve-se a exigência de PMet_m que foi de, aproximadamente, 3,73 g $\text{PMet}/\text{PV}^{0,75}/\text{dia}$. O valor encontrado é próximo do valor adotado pelo NRC (2000) que é de 3,8 g $\text{PMet}/\text{PV}^{0,75}/\text{dia}$. VALADARES FILHO et al. (2006) admitiram a exigência líquida de proteína metabolizável para manutenção como sendo 2,69 g $\text{PMet}/\text{PV}^{0,75}/\text{dia}$ valor este encontrado por VERAS (2006) em estudo utilizando o intercepto da equação de regressão entre a quantidade de nitrogênio retida no corpo e o consumo deste nutriente.

De maneira alternativa para estimação do consumo de PMet para manutenção utilizou a relação GPCVZ, como forma de reduzir os erros provenientes do efeito de enchimento, com os demais fatores e todas as possíveis interações. De maneira semelhante ao relatado anteriormente foram observadas diferenças (P=0,0142) quanto a interação do GPCVZ e os grupos CAR o que indica a necessidade de adotar duas equações distintas sendo uma para cada grupo CAR. Para o intercepto e demais interações (P>0,05) não foram observadas diferenças.

$$\text{CPMet}_{m\text{AltoCAR}} = 338,54 + 225,47 * \text{GPCVZ}$$

$$\text{CPMet}_{m\text{BaixoCAR}} = 338,54 + 167,93 * \text{GPCVZ}$$

A partir das equações acima se estimou as exigências de PMet para manutenção para diferentes intervalos de GPCVZ e para os diferentes grupos CAR (Tabela 3).

Considerando o GMD nulo e utilizando o peso de corpo vazio médio metabólico ($\text{PCVZ}^{0,75}$) obteve-se a exigência de PMet para manutenção como sendo 4,04 g $\text{PMet}/\text{PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$. Valor este que se encontra próximo ao valor obtido por MARCONDES et al. (2010) que foi de

4,03 g PMet/PCVZ^{0,75}/dia sendo equivalente a 3,71 g PMet/PV^{0,75}/dia. Segundo recomendado pelo NRC (2000) a exigência de PMet para manutenção é de 4,14 g PMet/PCVZ^{0,75}/dia sendo, aproximadamente 2,6% superior ao valor encontrado neste trabalho.

Exigência de proteína líquida para manutenção (PL_m)

A exigência de proteína líquida para manutenção obtida, considerando as diferentes equações para estimar as exigências de PMet_m para os diferentes grupos CAR.

Adotando as equações geradas a partir da relação do GMD e as interações com CAR, NA, CAR*NA com o GMD, obteve-se o valor de 2,22 g proteína líquida/kg PV^{0,75}. Ao utilizar as equações geradas para os diferentes grupos CAR a partir do GPCVZ e todas as possíveis interações deste com CAR, NA e CAR*NA estimou a exigência de proteína líquida para manutenção em 2,26 g proteína líquida/kg PCVZ^{0,75}.

Os valores encontrados encontram-se próximos aos valores disponíveis na literatura para machos não castrados pertencentes a raça Nelore. VERAS (2006) trabalhando com animais de três classes sexuais (machos não castrados, machos castrados e fêmeas) e diferentes níveis de PB na dieta (7; 10; 13; 15%) não encontraram efeito de classe sexual sobre o consumo de nitrogênio e o nitrogênio retido e encontraram a exigência de proteína líquida para manutenção de 2,69 g proteína líquida/kg PCVz^{0,75}. De acordo com AFRC (1993) a exigência de PL_m é de 2,30 g proteína líquida/kg PCVZ^{0,75}. Sendo assim, foi possível observar que os dados obtidos neste estudo encontram-se bastante próximos dos valores encontrados em estudos anteriores.

Exigência de proteína para ganho (PL_g)

A exigência proteína líquida para ganho apresentou diferença no que diz respeito a interação entre o GPCVZ e o nível de alimentação (P = 0,0002), porém não foram observadas diferenças para as interações com o CAR e destes fatores com a ER (P>0,05) o que pode ser observado nas equações abaixo:

$$PL_{gRest} = 219,32 * GPCVZ - 23,16 * ER$$

$$PLg_{Adlib} = 201,88 * GPCVZ - 23,16 * ER$$

Possivelmente, esta diferença observada entre os diferentes níveis de alimentação está relacionado ao maior *turnover* proteico requerido pelos animais submetidos à restrição alimentar.

De acordo com as equações acima se estimou a exigência de proteína líquida para ganho para os diferentes níveis de alimentação adotados neste estudo e os valores (Tabela 4) comportaram-se de maneira bastante característica de acordo com o aumento da ER, ou seja, à medida que aumenta a ER no corpo do animal tem-se a redução da exigência de proteína para ganho. Este comportamento é devido à redução da deposição de proteína muscular na carcaça à medida que o animal se aproxima do peso e da deposição de gordura à maturidade. Este comportamento corrobora com BERG & BUTTERFIELD (1968) que explica esta redução das exigências de proteína para ganho como sendo reflexo da taxa de crescimento do animal quando este se aproxima do tamanho a maturidade com consequente mudança do metabolismo no sentido de reduzir o fluxo de nutrientes para a deposição de tecido muscular (tecido magro) e aumento das reservas corporais (tecido adiposo).

As exigências de proteína líquida para ganho para os diferentes NA (Tabela 4) permite observar que os animais mantidos em condição de restrição alimentar apresentaram maior requerimento de PLg em relação aos animais alimentados *ad libitum*. Ainda é possível observar a diferença existente entre a exigência de proteína líquida para ganho para os animais restritos e *ad libitum* ser de aproximadamente 10% considerando animais com mesmo conteúdo de energia retida para GPCVZ de um quilo.

Esta diferença observada está, possivelmente, relacionada a taxa de *turnover* proteico dos animais mantidos sob restrição ser superior aos animais alimentados *ad libitum*. Estudos realizados com roedores permitiram observar a ocorrência de perdas proteicas iniciais em nível de fígado e demais tecidos do TGI como forma de compensar o déficit proteico gerado pelo consumo restrito de proteína. Quando a restrição alimentar era mantida por períodos

muito prolongados, era possível observar que o tecido muscular e a pele passaram a contribuir com o aporte de proteínas que eram oxidadas, “quebradas” e utilizadas para a síntese de novos aminoácidos e proteínas.

Relacionado ao *turnover* estão os processos de oxidação, a quebra e finalmente a síntese proteica. Conseqüentemente, a oxidação para produção de energia e a quebra da proteína retida no corpo para síntese de enzimas e proteínas mais requeridas fazem com que haja a necessidade de consumir maior quantidade de proteína dietética para fins de compensar a proteína corporal mobilizada. Caso a exigência de PLg não seja atendida tem-se o comprometimento do desempenho animal.

Considerando trabalhos recentemente realizados em condições tropicais foi possível observar que as estimativas das exigências de proteína para ganho (Tabela 5) de acordo com as equações obtidas para cada um dos níveis de alimentação foram superiores.

Segundo valores obtidos por Valadares Filho et al. (2006) as exigências de proteína líquida para manutenção de machos Nelore não castrados comparativamente aos dados deste é possível observar que estes últimos encontram-se superestimados sendo esta diferença de 30% quando considera-se os requerimentos dos animais mantidos sob restrição alimentar e 16% para os animais alimentados *ad libitum*. É provável que esta diferença evidenciada pelos resultados obtidos no presente trabalho em relação aos dados do Br-Corte (2006) esteja relacionada ao tipo de animal que compunha o banco de dados utilizado para gerar as informações do BR-CORTE (2006), conforme foi informado ao longo do texto pelos autores, foram utilizados animais Nelore e cruzados. Conforme é sabido, animais da raça Nelore são mais leves comparativamente aos animais taurinos e cruzados, o que nos permite concluir que estes ainda encontram-se abaixo do peso adulto aliado a maior deposição de proteína o que faz com que as exigências por este nutriente seja maior em relação aos taurinos e cruzados. Outra evidência é de que os animais que participaram do presente estudo apresentaram teor médio de gordura depositado na carcaça próximo de 16%. Marcondes (2010) trabalhando com

machos não castrados da raça Nelore e seus cruzados encontrou requerimento de proteína líquida para ganho (Tabela 5), em média 16% abaixo dos valores encontrados para os animais mantidos sob restrição e 3% abaixo para os animais alimentados *ad libitum* encontrados neste trabalho. Prosseguindo com a mesma linha de raciocínio, foi possível observar que os requerimentos de proteína líquida para ganho encontrados neste trabalho encontram-se próximos dos valores obtidos no BR-CORTE (2010) para machos não castrados e pertencentes à raça Nelore, sendo que os valores encontrados neste trabalho estão, em média, 12% menor para os animais mantidos em condição de restrição nutricional e 22% inferior para os animais alimentados *ad libitum*.

Possivelmente, a diferença observada entre os requerimentos obtidos pelos autores anteriormente citados pode estar relacionada ao fato de que os animais que participaram deste estudo foram melhorados geneticamente para ganho de peso, ou seja, eles apresentavam maior potencial genético para depositar proteína em relação aos animais que foram utilizados nos estudos realizados por MARCONDES (2010) e os que compuseram o banco de dados do BR-CORTE (2006) e BR-CORTE (2010).

Eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho (k_g)

Para estimar a k_g foram considerados os fatores de CAR, NA e interação entre estes bem como o consumo de PMet/UMT diário (CPMet, g/UTM/dia) e as possíveis interações com os fatores acima citados. Não foram observadas diferenças quanto a quaisquer fatores e interações para a k_g . Sendo assim, admitiu-se uma equação única para todos os grupos CAR e NA.

$$k_g = -1,6173 + 0,5558 * CPMet$$

A eficiência de utilização da PMet para ganho estimada neste estudo foi de 55,58%, sendo, aproximadamente, 13% superior à eficiência preconizada pelo NRC (2000) que é de 49,20%. Comparativamente MARCONDES (2009) encontrou valor de k_g de 50% em estudo

conduzido em condições tropicais e utilizando machos não castrados e pertencentes a raça Nelore.

CONCLUSÃO

O consumo de proteína metabolizável para manutenção quando considerou o ganho médio diário e o ganho de peso de corpo vazio. Assim, sugere que sejam utilizadas equações diferentes para cada um dos grupos CAR separadamente.

Os diferentes grupos CAR não alteram as exigências de proteína metabolizável para manutenção e energia líquida para manutenção.

Os níveis de alimentação difere as exigências de proteína líquida para ganho sendo recomendável que sejam utilizadas as seguintes equações:

$$PLg_{Rest} = 219,32 * GPCVZ - 23,16 * ER$$

$$PLg_{Adlib} = 201,88 * GPCVZ - 23,16 * ER$$

A eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho de peso não sofreu efeito de quaisquer fatores, sendo o valor de k_g encontrado neste estudo de 55,58%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. Energy and protein requirements of ruminants. Wallingford: Agricultural and Food Research Council; CAB International, 159p. 1993.

AOCS (Am 5-04, AOCS 2009). "Official methods and recommended practices of the AOCS."

BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. Growth patterns of bovine muscle, fat and bone. *Journal of Animal Science*, v.27, n.3, p.611-679, 1968.

BLAXTER, K. L. AND J. A. F. ROOK. The heat of combustion of the tissues of cattle in relation to their chemical composition. *British Journal of Nutrition*, 7: 83-91. 1953.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F. Predição do valor energético de dietas para bovinos a partir da composição química dos alimentos. In: **VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L. et al. (Eds.). Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados BRCORTE. 2.ed. Viçosa, MG: DZO-UFV, p.47-64. 2010.**

- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 62, p.980-984, 2010.
- KOCH, R.M., SWINGER, L.A., CHAMBERS, D., and GREGORY, K.E. Efficiency of feed use in beef cattle. **Journal of Animal Science**. 22: 486-494. 1963.
- LICITRA, G., T. M. HERNANDEZ, et al. "Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds." **Animal Feed Science and Technology** 57: 347-358. 1996.
- MARCONDES, M.I. VALADARES FILHO, S.C. et al. Predição da composição corporal e da carcaça de animais Nelore puros e cruzados. In: VALADARES FILHO et al. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados BR-CORTE**. 2.ed. Viçosa, MG: DZO-UFV, 2010. p.65 – 84, Viçosa – MG, 2010.
- MARCONDES, M.I., VALADARES FILHO, S.C., et al. Exigências nutricionais de proteína, energia e macrominerais de bovinos Nelore de três classes sexuais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 38, p.1587 – 1596. 2009.
- MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: Collaborative study. **Journal of AOAC International**, 85(6): 1217-1240. 2002.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of Dairy Cattle**. 7th ed. Washington, DC: National Academy Press. 381p. 2001.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of Beef Cattle**. 7th ed. Washington, DC: National Academy Press. 242p. 2000.
- SILVA, D. J. & A. C. QUEIROZ. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG, Editora UFV. 2002.
- VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I., CHIZZOTTI, M.L. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos – BR CORTE**. 2 ED. Viçosa: UFV, Suprema Gráfica LTDA. 142p. 2010.
- 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. 142p. 2006.
- WILLIAMS, A. R. Ultrasound applications in beef cattle carcass research and management. **Journal Animal Science**, 80(2): E183-E185. 2002.

TABELAS E FIGURAS

Tabela 1. Composição da dieta em valores percentuais de cada ingrediente e composição química das dietas experimentais

ITEM	Rações Experimentais	
	2007	2008
Composição da dieta (% MS)		
Feno de <i>Brachiariabrizantha</i>	18,6	20,0
Milho grão moído	39,4	40,0
Farelo de algodão	7,7	9,5
Algodão Caroço	12,3	11,0
Polpa Cítrus	18,2	15,0
Uréia : Sulfato de amônio	1,3	1,5
Calcário Calcítico	0,5	0,5
Sal mineral	2,0	2,5
Composição química		
MS (%)	88,57	88,59
MM (%MS)	4,09	4,03
PB (%MS)	15,46	16,16
EE (%MS)	5,50	5,25
FDNcp (%MS)	30,38	30,72
Carboidratos Não Fibrosos ¹ (% MS)	46,98	46,62
Lignina (%MS)	3,93	3,96
NDT ² (% MS)	83,44	83,49
Relação volumoso:concentrado	18,6:81,4	20,0:80,0

¹calculado de acordo com DETMANN e VALADARES FILHO (2010); ²calculado segundo DETMANN (2010); NDT: nutrientes digestíveis totais.

Tabela 2. Estimação do consumo de proteína metabolizável para manutenção (CPMet_m, g/dia) para os diferentes grupos de CAR e GMD

GMD (kg/dia)	A_CAR	Bx_CAR
	CPMet = 332,98+225,29*GMD	CPMet = 332,98+166,98*GMD
0,25	389,30	374,73
0,50	445,63	416,47
0,75	501,95	458,22
1,00	558,27	499,96
1,25	614,59	541,71
1,50	670,92	583,45

Tabela 3. Estimação das exigências de proteína metabolizável para manutenção (g/dia) para os diferentes grupos de CAR e GPCVZ

GPCVZ (kg/dia)	A_CAR	Bx_CAR
	CPMet = 338,54+225,47*GPCVZ	CPMet = 338,54+167,93*GPCVZ
0,25	394,91	380,52
0,5	451,28	422,51
0,75	507,64	464,49
1,00	564,01	506,47
1,25	620,38	548,45
1,50	676,75	590,44

Tabela 4. Estimação das exigências de proteína líquida para ganho para diferentes pesos corporais e energia retida

PV (kg)	Restrito	Ad libitum
	PLganho = 219,32*GPCVZ-23,16*ER	PLganho = 201,88*GPCVZ-23,16*ER
250	175,25	157,81
300	168,79	151,35
350	162,60	145,16
400	156,62	139,18

Tabela 5. Estimções das exigências de proteína líquida para ganho (g/dia) para diferentes pesos corporais e energia retida obtidos por Marcondes (2010) e Valadares Filho et al. (2006), ambos para machos não castrados e pertencentes a raça Nelore e Veras et al. (2001) trabalhando com machos não castrados da raça Nelore e cruzados com Simental

PV(kg)	Marcondes (2010)	Valadares Filho et al. (2006)	Veras et al. (2001)	Br-Corte (2010)
250	150,26	137,42	-	177,80
300	145,16	130,97	152,07	171,21
350	140,97	124,78	145,57	164,78
400	137,45	118,82	140,26	158,67

Adaptado de Marcondes (2010).