

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO

NIVALDO DE FARIA SANT'ANA

**NOVILHOS NELORES E MESTIÇOS TERMINADOS A PASTO:
EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE ENERGIA, PROTEÍNA E MINERAIS,
COMPOSIÇÃO CORPORAL, QUALIDADE DA CARNE,
DESEMPENHO ANIMAL E CARACTERÍSTICAS DA PASTAGEM**

Campos dos Goytacazes

2009

NIVALDO DE FARIA SANT'ANA

**NOVILHOS NELORES E MESTIÇOS TERMINADOS A PASTO:
EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE ENERGIA, PROTEÍNA E MINERAIS,
COMPOSIÇÃO CORPORAL, QUALIDADE DA CARNE,
DESEMPENHO ANIMAL E CARACTERÍSTICAS DA PASTAGEM**

**Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como requisito parcial para obtenção do grau
de Doutor em Ciência Animal.**

ORIENTADOR: Prof. Carlos Augusto de Alencar Fontes

CO-ORIENTADORES

Prof. Alberto Magno Fernandes

Prof. Ricardo Augusto Mendonça Vieira

Campos dos Goytacazes

2009

NIVALDO DE FARIA SANT'ANA

**NOVILHOS NELORES E MISTIÇOS TERMINADOS A PASTO:
EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE ENERGIA, PROTEÍNA E MINERAIS,
COMPOSIÇÃO CORPORAL, QUALIDADE DA CARNE,
DESEMPENHO ANIMAL E CARACTERÍSTICAS DA PASTAGEM**

**Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como requisito parcial para obtenção do grau
de Doutor em Ciência Animal.**

Aprovada em 04 de Fevereiro de 2009.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Alberto Magno Fernandes (Doutor, Zootecnia) – UENF

Prof. Ricardo Augusto Mendonça Vieira (Doutor, Zootecnia) - UENF

Prof. João Batista Rodrigues de Abreu (Doutor, Agronomia) - UFRRJ

Dr. Antônio Gesualdi Júnior (Doutor, Zootecnia) - TECNORTE

Prof. Carlos Augusto de Alencar Fontes (PhD, Animal Science) - UENF
(Orientador)

*À família “de Faria”,
Meu lugar no mundo.
Em especial,
Às minhas amadas
Ivany, Roberta e Mariana,*

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser;

Ao Professor Carlos Augusto, caso raro de orientador que alia uma vasta experiência acadêmica a um entusiasmo juvenil, vigoroso e, sendo assim, contagiante. Agradeço a convivência com o orientador Carlos Augusto, por proporcionar uma oportunidade única de aprendizado: professor compromissado; pesquisador de reconhecido saber científico; e administrador competente e ético no trato da coisa pública. Igualmente agradeço a convivência com a pessoa Carlos Augusto: o filho, o marido, o pai e, recentemente, o avô; um modelo, como poucos, de caráter e dedicação à família. Como justo reconhecimento, estendo minha gratidão à D.Ana, sempre atenciosa e incentivadora comigo e minha família;

Aos meus co-orientadores no Doutorado, os professores Alberto M. Fernandes e Ricardo Augusto M. Vieira, que muito contribuíram para a aquisição e consolidação dos conceitos científicos que embasam este trabalho. Particularmente, agradeço aos dois o apoio pessoal e o comprometimento profissional com minha formação, sempre incondicionais;

Aos professores João Batista Rodrigues de Abreu (UFRRJ), Fábio da Costa Henry e Selma Bergara Almeida (LTA/CCTA) pela colaboração no experimento;

Aos membros da banca pela colaboração no aprimoramento deste trabalho, particularmente ao prof. João Batista; não somente pela orientação na iniciação científica e no mestrado, mas também, e principalmente, por quase uma década de amizade;

Aos frequentadores da baia 61, Elizabeth, Renata, Felipe, Carol e Tiago, cuja constância, competência e as conseqüentes realizações profissionais são motivos de orgulho tanto para mim quanto para os mais novos integrantes do nosso grupo de pesquisa;

Ao companheiro de todas as horas, principalmente as difíceis, o internacional João Gomes Siqueira. Fica aqui o registro de minha gratidão por sua generosidade e boa vontade demonstradas durante esses anos;

Aos funcionários da UENF (Colégio Agrícola) Antônio P. Souza (matrícula 10456-2), Cristiano M. Ferreira (matrícula 10599-9), Sergio Américo R. Moraes (matrícula 10542-9), Eliziel Borges Barbosa (matrícula 10311-9), Antonio Carlos M. de Souza (matrícula 10540-3), Irael José de Oliveira (matrícula 10323-4), Robson A. Carvalho (matrícula 10376-2), João Carlos T. Paes (matrícula 10554-4), Christiano T. Rocha (matrícula 10304-4) e Paulo Roberto B. Laurindo (matrícula 10544-5) que tornaram possível a realização deste trabalho;

À sociedade brasileira, em especial a fluminense, que por intermédio da UENF, FAPERJ e do CNPq (Edital Universal 2006), custeou a realização desse projeto.

*Para ser grande, sê inteiro: nada
Teu exagera ou exclui.
Sê todo em cada coisa. Põe quanto és
No mínimo que fazes.
Assim em cada lago a lua toda
Brilha, porque alta vive.*

Fernando Pessoa

RESUMO

Este trabalho foi conduzido com os seguintes objetivos: estimar as exigências de energia líquida (EL_m) e metabolizável (EM) para manutenção e as eficiências de utilização da EM para manutenção (kg) e ganho de peso (k_m); avaliar a composição corporal e estimar as exigências líquidas de proteína, energia, cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na) e potássio (K) para ganho de peso; avaliar características organolépticas da carne (sabor, maciez, suculência e impressão global); estimar a digestibilidade e o consumo de forragem; avaliar o desempenho animal, a eficiência de pastejo e características químicas e estruturais da pastagem. Os animais experimentais foram 24 novilhos castrados: 12 da raça Nelore (413 kg PV) e 12 mestiços $\frac{1}{2}$ Limousin-Nelore (430 kg PV). As mudanças de composição corporal durante o período experimental (104 dias) foram avaliadas por meio do método do abate comparativo. A pastagem de capim-mombaça (*Panicum maximum*) foi manejada em regime de lotação rotacionada. A biomassa, a proporção de folhas e a altura da pastagem foram avaliadas antes e após o pastejo. A digestibilidade e o consumo de forragem foram estimados em dois ensaios utilizando a técnica do duplo indicador. A qualidade da carne foi avaliada por meio de um painel sensorial. Os valores de EL_m , EM_m , k_m e k_g foram estimados por meio do ajuste de modelo linear. Foram ajustadas equações alométricas linearizadas para predição do conteúdo corporal de proteína, energia e minerais. As equações foram derivadas para a predição das exigências líquidas de proteína, energia e minerais para ganho. A EL_m (86 kcal/kg^{0,75}), a EM_m (136 kcal/kg^{0,75}) e a k_m (0,69) não diferiram entre nelores e mestiços. O k_g foi maior para nelores (0,39) que mestiços (0,33). O conteúdo de proteína e gordura corporal e do ganho não diferiram entre os grupos genéticos, mas nelores depositaram mais energia no ganho que mestiços. Os mestiços foram superiores aos nelores quanto à qualidade da carne. Nelores e mestiços não diferiram quanto às concentrações corporais e às exigências líquidas de Mg, Na e K para ganho; mas os nelores apresentaram maiores concentrações corporais e menores exigências líquidas de Ca e P que os mestiços. A qualidade da pastagem declinou no decorrer do período experimental, enquanto a eficiência de pastejo aumentou. A digestibilidade e o consumo de forragem não diferiram entre os grupos genéticos, mas os mestiços apresentaram maior ganho de carcaça. É possível obter em pastagens tropicais um bom acabamento de carcaças de nelores e mestiços europeu-nelore.

Palavras Chave: capim-mombaça, limousin

ABSTRACT

The objectives of the research were: to estimate the net energy (NE_m) and metabolizable energy (ME_m) requirements for maintenance and the efficiency of metabolizable energy utilization for maintenance (k_m) and weight gain (k_g); to evaluate body content and net requirements of protein, energy, calcium (Ca), phosphorus (P), magnesium (Mg), sodium (Na), and potassium (K) for weight gain; to evaluate the sensorial characteristics of meat (flavor, tenderness, juiciness and overall impression); to estimate forage digestibility and intake from Nellore and crossbred steers finished under grazing, as well as the chemical and structural characteristics of the pastures. Twenty four tester steers were used, from which 12 were Nellore (413 kg BWt) and 12 ½Limousin-Nellore (430 kg LWt). Changes in body composition during the experimental period (104 days) were evaluated according to comparative slaughter method. The mombaça grass pasture (*Panicum maximum*) was submitted to rotational grazing and pasture biomass, leaf proportion and height were evaluated before and after grazing. The double marker method was utilized to estimate forage intake and digestibility. Meat quality was evaluated under sensorial test. Linear models were fitted to estimate NE_m , ME_m , k_m and k_g , and regression linearized allometric equations were utilized to predict body content of protein, energy and minerals. By differentiation of the obtained equations, were predicted the net requirements of protein, energy and minerals for weight gain. The genetic groups did not differ regarding to NE_m (86 kcal/kg^{0.75}) and ME_m (136 kcal/kg^{0.75}) requirements and k_m (0.69). However, higher k_g values (0.39) were observed for Nellore than for crossbred steers (0.33). There were no differences between genetic groups with respect to protein and fat content in the body and in weight gain, however, Nellore deposited more energy per unit of weight gain than crossbred steers. Crossbred steers showed higher meat quality than Nellore. The two groups did not differ with respect to body content and net requirements of Mg, Na and K for weight gain. However, Nellore steers had higher body content and lower net requirements of Ca and P than the crossbred ones. Pasture quality decreased during experimental period, while grazing efficiency increased. Breed groups did not differ regarding to forage intake and digestibility, but crossbred steers showed higher carcass weight gain. It was concluded that is possible to finish Nellore and crossbred steers in tropical pastures without supplemental feed.

Key words: mombaça grass, Limousin

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição química inicial e intervalo de peso avaliado para nelores e mestiços.....	26
Tabela 2 – Estimativas para os parâmetros das equações ajustadas e valores calculados de exigência e eficiência energéticas ¹	39
Tabela 3 - Estimativas dos coeficientes de regressão ($\hat{\zeta}$), e respectivos erros padrão, das equações ($y = \zeta x$) ajustadas para as relações entre pesos corporais e da carcaça ^{1,2}	43
Tabela 4 – Peso médio (kg) de componentes corporais, e respectivos erros padrão, para nelores e mestiços nos grupos referência, restrito e <i>ad libitum</i> ^{1,2}	44
Tabela 5 - Estimativas dos parâmetros, e respectivos erros padrão, das equações alométricas ajustadas para os pesos (kg), ou área, de componentes da carcaça e não-carcaça em função do peso de corpo vazio ¹	46
Tabela 6 – Características organolépticas da carne de nelores e mestiços ¹	47
Tabela 7 - Estimativas dos parâmetros e respectivos erros padrão, das equações alométricas ajustadas para os conteúdos de componentes químicos no corpo vazio, carcaça e não-carcaça, em função do peso de corpo vazio ¹	49
Tabela 8 - Equações de predição do conteúdo de proteína e energia no corpo vazio e no ganho (exigências líquidas) (Y e Y') em função do peso de corpo vazio (X)	50
Tabela 9 – Concentrações, no corpo vazio e no ganho no ganho de corpo vazio (exigências líquidas) de proteína e energia em função do PCVZ, para nelores e mestiços	51
Tabela 10 – Estimativas dos parâmetros, e respectivos erros padrão (EP), das equações alométricas ajustadas para o conteúdo corporal de macroelementos minerais em função do peso de corpo vazio (PCVZ) e grupo genético (GG)	53
Tabela 11 – Equações de predição das exigências líquidas para ganho de macroelementos minerais, em função do peso corporal (PCVZ), de novilhos nelores e mestiços.....	54
Tabela 12 – Concentração corporal e exigência líquida para ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) de macroelementos minerais, em função do peso corporal (PCVZ), de novilhos nelores e mestiços.....	55
Tabela 13 – Estimativas dos parâmetros ($\hat{\alpha}$, $\hat{\gamma}$), e respectivos erros padrão, para as equações alométricas ajustadas ($\ln y = \ln \alpha + \gamma \times \ln x$) ¹	57
Tabela 14 – Comparação entre os coeficientes alométricos estimados ($\hat{\gamma}$) para os componentes corporais (y) ^{1,2}	58
Tabela 15 – Características estruturais e químicas da pastagem em cada ciclo de pastejo	63
Tabela 16 – Valores médios de digestibilidade, e respectivos erros padrão, para novilhos nelores e mestiços em dois níveis de alimentação ^{1,2}	65
Tabela 17 – Valores médios diários de consumo, e respectivos erros padrão, para novilhos nelores e mestiços em dois níveis de alimentação ^{1,2}	66
Tabela 18 – Valores médios diários de ganhos de peso, e respectivos erros padrão, de novilhos nelores e mestiços em dois níveis de alimentação ^{1,2}	68

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	OBJETIVOS.....	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1	ENERGIA.....	13
2.1.1	Estado de manutenção.....	13
2.1.2	Determinação da exigência de manutenção: método do abate comparativo	14
2.1.3	Exigência energética de manutenção.....	15
2.1.4	Conteúdo energético dos alimentos	16
2.1.5	Influência da fibra sobre o conteúdo energético dos alimentos	17
2.2	COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS.....	18
2.2.1	Composição corporal e exigências líquidas de energia e proteína para o ganho de peso	18
2.2.2	Composição corporal e exigências líquidas de macronutrientes minerais para ganho de peso	20
2.3	ANIMAIS A PASTO.....	21
2.3.1	Desempenho animal em pastagens tropicais	21
2.3.2	Composição corporal e exigências nutricionais	23
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1	LOCAL E DURAÇÃO DO EXPERIMENTO	25
3.2	ANIMAIS EXPERIMENTAIS	25
3.3	MÉTODO DO ABATE COMPARATIVO	25
3.4	ABATE DOS ANIMAIS E AMOSTRAGEM DOS COMPONENTES CORPORAIS.....	26
3.5	ANÁLISE SENSORIAL DA CARNE.....	28
3.6	CONSUMO DE FORRAGEM	28
3.7	MANEJO E AVALIAÇÃO DA PASTAGEM.....	29
3.7.1	Manejo da pastagem.....	29
3.7.2	Avaliação das características da pastagem.....	30
3.8	PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS E ANÁLISES LABORATORIAIS.....	32
3.8.1	Tecidos animais.....	32
3.8.2	Forragem e fezes	33
3.9	EXIGÊNCIAS DE MANUTENÇÃO E EFICIÊNCIAS DE UTILIZAÇÃO DA ENERGIA.....	34

SUMÁRIO

3.10	CONTEÚDOS CORPORAIS de COMPONENTES QUÍMICOS E FÍSICOS	35
3.11	EXIGÊNCIAS LÍQUIDAS DE ENERGIA, PROTEÍNA E MINERAIS	35
3.12	CRESCIMENTO ALOMÉTRICO de COMPONENTES CORPORAIS DE MISTIÇOS ½LIMOUSIN-NELORE	36
3.13	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	36
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1	PARTIÇÃO DE ENERGIA PARA MANTENÇA E GANHO	38
4.2	COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIAS LÍQUIDAS DE PROTEÍNA E ENERGIA PARA O GANHO.....	42
4.3	EXIGÊNCIAS LÍQUIDAS DE MINERAIS	53
4.4	CRESCIMENTO ALOMÉTRICO DOS COMPONENTES CORPORAIS DE MISTIÇOS ½LIMOUSIN-NELORE	56
4.5	DESEMPENHO ANIMAL E CARACTERÍSTICAS DA PASTAGEM.....	62
5	CONCLUSÕES.....	70
	REFERÊNCIAS	71
	ANEXOS	81

1 INTRODUÇÃO

O Brasil nos últimos anos vem liderando o comércio mundial de exportação de carne bovina, seguido da Austrália e Estados Unidos. Entretanto, ao contrário destes e de outros países produtores de carne, o Brasil não possui normas nacionais de exigências nutricionais para bovinos de corte. Como alternativa, são consultados sistemas de alimentação desenvolvidos na América do Norte, Europa e, até mesmo, Oceania.

Sistemas de alimentação são baseados em tabelas e equações empíricas estabelecidas, em grande parte, nas condições produtivas do país de origem. Logo, a adoção no Brasil de um sistema de alimentação estrangeiro implicaria, além das falhas inerentes ao próprio sistema em questão, em erros relacionados à extrapolação do seu uso nas condições produtivas brasileiras (MCCRACKEN, 1992). Não menos importante, no ponto final da cadeia produtiva, os hábitos de consumo também seriam variáveis de um país para outro, e os sistemas nacionais de produção não podem estar desvinculados das preferências de um mercado interno cada vez mais exigente quanto à qualidade da carne.

Em resposta a esse problema, um volume crescente de pesquisas vem sendo desenvolvido no Brasil. Estudos sobre a validação de sistemas de alimentação, principalmente os norte-americanos, têm confrontado os valores preditos por determinado modelo com os resultados experimentais e, sendo o caso, sugerem pontos de inadequação do sistema às condições brasileiras (GESUALDI JR. et al., 2005). A análise conjunta de resultados compilados de diversos experimentos tem possibilitado a obtenção de valores mais representativos do rebanho nacional (FONTES, 1995; HENRIQUE et al., 2005). Assim, gradualmente aumentaria a quantidade de informações tanto sobre as exigências nutricionais dos bovinos de corte (FONTES, 1995), quanto sobre o valor nutritivo dos alimentos a eles destinados (VALADARES FILHO et al., 2006), diminuindo a dependência por equações e tabelas elaboradas em outros países.

Os avanços são inegáveis, e a continuidade dos trabalhos é fundamental para a evolução de sistemas nacionais de produção de bovinos de corte. No entanto, quase a totalidade dos estudos nessa linha de pesquisa tem sido conduzida em regime de confinamento, existindo uma grande carência de informações com relação a animais em regime de pastejo.

O incremento do desempenho de bovinos de corte em sistemas de produção a pasto envolve importantes questões; as dificuldades inerentes à produção de bovinos em ambientes

controlados somam-se à complexa interação planta – animal, pouco compreendida particularmente em pastagens tropicais.

Complementarmente, a avaliação de grupos genéticos contrastantes, em especial com a inclusão da raça Nelore, seria relevante em pastagens tropicais. A equiparação do desempenho entre raças, a princípio de diferentes potenciais produtivos, em ambientes limitantes do ponto de vista nutricional, tem sido atribuída ao efeito de interação genótipo × ambiente – o qual também poderia repercutir sobre a exigência nutricional dos animais (JENKINS; FERREL, 1994).

1.1 OBJETIVOS

Este trabalho foi conduzido com os seguintes objetivos:

Estimar as exigências de energia líquida e metabolizável para manutenção e as eficiências de utilização da energia metabolizável para manutenção e ganho de peso;

Avaliar a composição corporal e estimar as exigências líquidas de proteína, energia e macroelementos minerais (cálcio, fósforo, magnésio, sódio e potássio) para ganho de peso;

Avaliar características organolépticas da carne (sabor, maciez, suculência e impressão global);

Estimar a digestibilidade da forragem e o consumo de nutrientes e avaliar os ganhos de peso corporais e da carcaça e;

Avaliar as perdas de forragem e as características estruturais da pastagem (biomassa, altura do dossel e proporção de folhas), antes e após o pastejo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ENERGIA

2.1.1 Estado de manutenção

O metabolismo basal (MB) envolve todos os processos necessários à manutenção da vida, estando o animal em jejum, em repouso e em conforto térmico. Nestas condições, considera-se que a energia é utilizada somente para atividades celulares vitais, respiração e circulação sanguínea (NRC, 1981). De acordo com o NRC (2000), a produção de calor de um animal em metabolismo basal equivale à sua exigência de energia líquida de manutenção (EL_m), também denominada de produção de calor em jejum, ou PCJ (ARC, 1980). No entanto, na prática a EL_m também pode incluir a produção de calor devido a atividades voluntárias do animal (NRC, 1981).

Ao se alimentarem, os animais se afastam das condições padrões (jejum, repouso e neutralidade térmica) e outras demandas energéticas são acrescidas ao MB. Neste caso, de acordo com o NRC (1981), também são consideradas as seguintes fontes de produção de calor: regulação térmica (PC_c); atividade voluntária do animal (PC_j); fermentação ruminal (PC_f); digestão, absorção e assimilação do alimento (PC_d) e síntese e excreção de resíduos (PC_w).

No estado de manutenção, por definição, a quantidade de energia consumida do alimento não resulta em perda ou ganho líquido de energia corporal. Portanto, a produção total de calor em manutenção (PC_m) é o somatório $PCJ + PC_c + PC_j + PC_f + PC_d + PC_w$ (NRC, 1981). Em condições de neutralidade térmica $PC_c = 0$, sendo o acréscimo na produção de calor que se segue ao consumo do alimento denominado incremento calórico (PC_i). Logo, no estado de manutenção, $PC_i = PC_f + PC_d + PC_w$, podendo a equação de produção de calor ser reescrita como $PC = PCJ + PC_j + PC_i$ (NRC, 1981; WILLIAMS; JENKINS, 2003). Como em determinadas situações práticas a PC_j pode ser incorporada na PCJ, obtém-se $PC_m = PCJ + PC_i$ (LOFGREEN; GARRETT, 1968).

2.1.2 Determinação da exigência de manutenção: método do abate comparativo

A exigência energética de animais em manutenção tem sido determinada por diferentes métodos: experimentos de longa duração, nos quais o peso ou o nível de alimentação dos animais são mantidos fixos; ensaios calorimétricos e abate comparativo. Todas as técnicas listadas possuem vantagens e desvantagens (NRC, 2000), sendo o método do abate comparativo o mais amplamente utilizado para bovinos em crescimento e os resultados obtidos com este método constituem a base do sistema de alimentação norte-americano para gado de corte (NRC, 2000; REYNOLDS, 2000).

No método do abate comparativo, os animais são submetidos durante um determinado período de crescimento a dois ou mais níveis de consumo de uma mesma dieta ou alimento, um dos quais próximos à manutenção. Grupos representativos dos animais experimentais são abatidos no início e ao término do experimento, sendo a composição corporal individual desses animais analisada. A comparação entre a composição corporal dos animais abatidos no início e ao final do período experimental permite a estimativa da energia retida (ER) no corpo dos animais, a qual corresponde à energia líquida para ganho (EL_g) (LOFGREEN; GARRETT, 1968; NRC, 2000).

A estimativa da exigência de manutenção pelo método do abate comparativo é baseada no seguinte princípio: no organismo de animais em crescimento, a energia metabolizável consumida (CEM) tanto pode ser degradada a calor, e ser estimada pela produção total de calor (PC), quanto pode ser retida como parte do corpo (ER), ou seja, $CEM = PC + ER$ (NRC, 1981). Para animais em manutenção, se por definição $ER = 0$ e $PC = PC_m$, então, $CEM = PC_m$. Nestas condições, o CEM equivale à exigência de energia metabolizável de manutenção (EM_m) (LOFGREEN; GARRETT, 1968; WILLIAMS; JENKINS, 2003).

No método do abate comparativo, a ER no corpo dos animais é estimada em dois ou mais níveis de CEM, sendo a PC obtida pela relação $PC = CEM - ER$. A relação $ER \times CEM$, apesar de curvilínea (AFRC, 1993), é eficazmente representada por uma equação linear, obtida por regressão (LOFGREEN; GARRETT, 1968; NRC, 1981). Neste caso, o coeficiente da regressão corresponde à eficiência de utilização da energia metabolizável para o ganho (k_g). Em seguida, admitindo-se na equação $ER = 0$ (condição de manutenção), o valor do CEM obtido equivale a EM_m (NRC, 2000). Igualmente por regressão, é obtida a equação que relaciona a PC ao CEM; admitindo-se na equação $CEM = 0$ (condição de jejum), o valor da PC equivale a EL_m (LOFGREEN; GARRETT, 1968; NRC, 2000). Já a eficiência de

utilização da energia metabolizável para a manutenção (k_m) é dada pela relação EL_m / EM_m (NRC, 1981).

2.1.3 Exigência energética de manutenção

Nos trabalhos nacionais consultados foi verificado o valor médio de 73,8 kcal/kg^{0,75} para a EL_m (ARAÚJO et al., 1998; FONTES et al., 2005b; PAULINO et al., 1999b; ROCHA; FONTES, 1999; SILVA et al., 2002a). Esse valor encontra-se no intervalo de confiança (72 a 82) da estimativa de 77 kcal/kg^{0,75} verificada por Lofgreen e Garret (1968) e, adotada como referência pelo NRC (2000).

Variações na EL_m têm sido associadas à raça dos bovinos, entre outros fatores. Segundo o NRC (2000), a exigência de manutenção dos animais zebuínos é cerca de 10% menor do que a dos animais taurinos, apresentando os mestiços valores intermediários. Isto é atribuído ao menor potencial genético para produção, uma consequência da adaptação das raças zebuínas a condições ambientais adversas. Entretanto, Ferrell e Jenkins (1998b) trabalhando com *Bos indicus* (Boran, Brahman e Tuli) e *Bos taurus* (Angus e Hereford) confinados, não observaram diferenças entre as exigências de manutenção das raças zebuínas e taurinas. No mesmo estudo, a taxa de ganho dos animais Brahman não diferiu dos animais taurinos, ainda que parte do período experimental tenha transcorrido durante o inverno.

No Brasil, animais zebuínos confinados apresentaram exigências de manutenção tanto superiores (SILVA et al., 2002a; TEDESCHI et al., 2002), quanto inferiores (PAULINO et al., 1999b; ROCHA; FONTES, 1999) ao valor de 77 kcal/kg^{0,75} preconizado pelo NRC (2000) para raças taurinas.

Ainda de acordo com o NRC (2000), raças leiteiras exigem 20% mais energia para manutenção do que as raças de corte, apresentando os mestiços valores intermediários. Trabalhando com vacas de diferentes raças, Ferrell e Jenkins (1982) concluíram que a exigência de manutenção aumenta em função do potencial leiteiro do animal. No mesmo estudo, vacas de elevado potencial leiteiro apresentaram exigências de manutenção 24% superiores em relação a vacas de menor potencial. No Brasil, Backes et al. (2005) verificaram valores de EL_m de 79,4 e 76,9 kcal/PCVZ^{0,75}, para zebus e mestiços leiteiros (^{1/2}Gir-Holandês e ^{1/2}Guzerá-Holandês), respectivamente. Neste sentido, Diconstanzo et al. (1990) concluíram que os órgãos internos são metabolicamente mais ativos que o restante do corpo, sendo

proporcionalmente maiores em animais com elevado potencial genético para produção de leite ou carne.

2.1.4 Conteúdo energético dos alimentos

No NRC (1981; 2000), para certas variáveis, as mesmas notações são empregadas para designar as exigências energéticas dos animais ($\text{Mcal/kg}^{0,75}$) e os conteúdos energéticos dos alimentos (Mcal/kg), o que pode conduzir a interpretações equivocadas (HENRIQUE et al., 2005). Neste trabalho, foi adotado o formato do AFRC (1993), em que os colchetes são utilizados como indicativo de concentração energética no alimento (Mcal/kg de MS), favorecendo a clareza do texto.

A concentração de energia bruta ([EB]) contida nos alimentos é a energia liberada quando o mesmo é completamente oxidado na água e no dióxido de carbono. Portanto, a [EB] é relacionada à composição química do alimento, mas não fornece qualquer informação sobre a energia disponível para o animal. A concentração de energia digestível ([ED]) corresponde a [EB] menos energia perdida nas fezes, de modo que a [ED] reflete a digestibilidade do alimento para o animal (NRC, 2000).

No entanto, a [ED] não considera importantes perdas de energia associadas com a digestão e o metabolismo, o que implica na superestimação do valor nutritivo de alimentos fibrosos quando comparados aos grãos (NRC, 2000). A concentração de energia metabolizável ([EM]) corresponde a [ED] menos a energia perdida nos gases e na urina. A [EM] representa a fração de energia do alimento que pode ser utilizada pelo animal (AFRC, 1993). Entretanto, a [EM] apresenta as mesmas fraquezas da [ED], pois a energia perdida nos gases e na urina pode ser predita com grande precisão a partir da [ED]; logo a [EM] e a [ED] são altamente correlacionadas entre si. Apesar de variável, a relação $[EM] / [ED]$ é aceita como próxima a 0,8 para a maioria das forragens e misturas de forragens e grãos (ARC, 1980; NRC, 2000).

Animais em crescimento utilizam a energia metabolizável (EM) obtida dos alimentos com diferentes eficiências para a manutenção (k_m) e para o ganho de peso (k_g) (NRC 1981). Dependendo do sistema de alimentação, k_m e k_g podem ser incluídos como parte da avaliação energética dos alimentos (AGNEW; YAN, 2000). É o que ocorre no sistema norte-americano (NRC, 2000), em que as concentrações de energia líquida de manutenção ($[EL_m]$) e de ganho

($[EL_g]$) dos alimentos são obtidas por, respectivamente, $[EM] \times k_m$ e $[EM] \times k_g$ (NRC, 1981). Logo, a obtenção de k_m e k_g por meio do método do abate comparativo permite a determinação da $[EL_m]$ e da $[EL_g]$ do alimento utilizado no ensaio.

2.1.5 Influência da fibra sobre o conteúdo energético dos alimentos

Por definição, o aumento do teor de fibra implica na redução da $[ED]$ dos alimentos. Basicamente, o teor de fibra incrementa e a $[ED]$ decresce na seguinte ordem: grãos, forrageiras temperadas e forrageiras tropicais (VAN SOEST, 1994). Como os valores de $[ED]$ e $[EM]$ são altamente correlacionados entre si, quanto maior for o teor de fibra, maior será o consumo alimentar para se atingir um determinado CEM (AGNES; YAN, 2000). E o aumento do consumo alimentar resulta na elevação do PC_i , em razão da demanda energética da digestão e transporte do alimento no trato gastrointestinal. O gasto energético devido ao PC_i varia principalmente em função do teor de fibra alimentar, podendo representar entre 15 e 60% da EM obtida dos alimentos (ARC, 1980). Neste sentido, Susenbeth et al. (1998) concluíram que, dependendo da qualidade da fibra, a exigência energética das atividades associadas à alimentação e ruminação pode variar entre 10 a 30% da EM fornecida pelo alimento.

O aumento da proporção da EM gasta com o PC_i repercute negativamente sobre os valores de k_m e k_g . A partir da compilação de resultados de diversos experimentos que utilizaram o abate comparativo, o NRC (1981) concluiu que o decréscimo da $[EM]$ dos alimentos de 3,2 para 2,1 Mcal/kg de MS, foi acompanhado da redução do k_m de 70 para 58% e do k_g de 50 a 25%, respectivamente.

Os efeitos deletérios do teor de fibra sobre a $[ED]$, k_m e k_g são aditivos, repercutindo ainda mais intensamente nos valores de $[EL_m]$ e $[EL_g]$. Por exemplo, os valores de FDN e $[EL_g]$ para um alimento rico em fibra como a palha de trigo, são de 78,9% e 0,11 Mcal/kg, enquanto que a silagem de milho, menos fibroso, apresenta os valores de 41,0% e 1,16 Mcal/kg (NRC, 2000).

Os experimentos brasileiros consultados que empregaram o método do abate comparativo utilizam, em sua quase totalidade, animais confinados e alimentados com rações concentradas (PAULINO et al., 1999b; ROCHA; FONTES, 1999; SILVA et al., 2002a). Valores de $[EL_m]$ e $[EL_g]$ para um único alimento, portanto passíveis de tabelamento, somente

foram estimados por Fontes et al. (2005a), que trabalharam com capim-elefante em regime de pastejo.

2.2 COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS

2.2.1 **Composição corporal e exigências líquidas de energia e proteína para o ganho de peso**

O crescimento e o desenvolvimento dos tecidos animais ocorrem em uma seqüência predefinida, em ondas específicas de crescimento. Certos tecidos crescem e amadurecem antes de outros; o crescimento se inicia com o tecido neural e prossegue com os ossos, tecido muscular e por último, com o tecido adiposo (OWENS et al., 1993). As variações na composição física se refletem na composição química; com o aumento do peso do animal a concentração de proteína diminui e a de gordura aumenta, tanto na composição corporal, quanto na composição do ganho de peso - que corresponde à exigência líquida do animal. A concentração de energia varia de modo similar ao da gordura, o que é explicado pelo maior conteúdo energético da gordura (9,39 kcal/g) em relação à proteína (5,64 kcal/g) (NRC, 2000).

Em revisão sobre o assunto, Owens et al. (1995) concluíram que com o aumento do peso do animal a massa de gordura corporal incrementa quadraticamente, enquanto a massa de proteína aumenta linearmente. Deste modo, a redução do teor protéico corporal com o aumento do peso do animal se deve tanto ao decréscimo do desenvolvimento muscular, quanto ao efeito diluente do aumento da deposição de gordura.

O peso, ou tamanho, à maturidade é o ponto do crescimento animal no qual o ganho líquido diário de proteína é nulo, ou seja, o desenvolvimento muscular atinge o máximo; ainda que após este ponto os animais possam depositar gordura e ganhar peso. Os bovinos contemporâneos alcançam o peso à maturidade com o teor de gordura corporal ao redor de 36%. Assim, a composição corporal pode ser expressa como uma fração do peso à maturidade, denominada grau de maturidade, sendo a taxa de maturação, ou precocidade, a rapidez com que o animal atinge um determinado grau de maturidade (OWENS et al., 1993, 1995).

Tanto a proteína quanto a gordura corporal são sintetizadas e degradadas continuamente, sendo a deposição de proteína ou gordura o resultado líquido desse processo dinâmico. No entanto, no caso das proteínas a reciclagem é mais rápida e menos eficiente, de tal modo que uma redução de 10% na taxa de degradação resultaria em um acréscimo de 23% na deposição de proteína (Owens et al., 1993).

A intensidade da reciclagem protéica reduz a eficiência energética da deposição de proteína (k_p), que atinge valores médios de 47%, contra os 76% de eficiência da deposição de gordura (k_f). Ou seja, o custo energético (12,1 kcal) para a deposição de 1 g de matéria seca de gordura (que contém 9,2 kcal), é praticamente idêntico ao necessário à deposição de 1 g de matéria seca de proteína (que contém apenas 5,7 kcal) (OWENS et al., 1995). Em consequência, a eficiência total do ganho (k_g) não é constante; sendo $k_g = k_f + k_p$ e $k_f > k_p$, então k_g varia positivamente com o aumento da concentração de gordura na composição do ganho (NRC, 1981).

Por outro lado, a deposição de proteína é mais eficiente em termos de peso de tecido depositado, uma vez que os tecidos muscular e adiposo contêm 78 e 10% de água, respectivamente. Logo, a energia necessária para o ganho de 1 kg de tecido adiposo é 4,1 vezes superior à energia requerida para o ganho de 1 kg de tecido muscular. Esse é um dos motivos para animais jovens, com maiores concentrações de proteína na composição do ganho, apresentarem melhor conversão alimentar (kg alimento/kg de peso ganho) quando comparados a animais na fase de terminação, com maiores teores de gordura no ganho (OWENS et al., 1995).

A um mesmo grau de maturidade, a composição química dos animais é igual (NRC, 2000). No entanto, animais com pesos à maturidade semelhantes e precocidades diferentes, não atingem o mesmo grau de maturidade a um mesmo peso corporal. Neste caso, os animais mais precoces (com maior grau de maturidade) apresentam mais gordura e menos proteína na composição corporal e do ganho que os animais menos precoces (ARC, 1980).

Do mesmo modo, animais de precocidades semelhantes, mas com diferentes pesos à maturidade, não atingem o mesmo grau de maturidade em mesmo peso corporal. E o peso à maturidade, mesmo sendo uma característica com forte componente genético, pode ser alterado, por exemplo, pelo manejo nutricional (OWENS et al., 1995). Logo, fatores que influenciam a precocidade dos animais são determinantes na composição corporal, e, por conseguinte, nas exigências nutricionais para ganho (NRC, 2000).

A raça é um dos fatores que influencia a composição corporal do animal. Em relação à raça, a precocidade é crescente na seguinte ordem: raças de grande, médio e pequeno portes

(ARC, 1980). A raça Nelore tem sido definida como de médio a grande porte, enquanto a raça Limousin (européia continental) como de grande porte (BUCHANAN; DOLEZAL et al., 1999). Segundo Geay (1984) e Fox e Black (1984), animais de menor porte, ainda que dentro do mesmo grupo genético, apresentam, em mesmo peso corporal, menores exigências de proteína e maiores de energia que animais de maior porte.

A taxa de ganho é outro importante fator a influenciar a composição corporal dos bovinos, sendo estabelecido que o aumento no ganho de peso, em função do nível de alimentação, é acompanhado pelo acréscimo na deposição de gordura, e, conseqüentemente, no aumento da exigência líquida de energia (ARC, 1980; NRC, 2000). Segundo Owens et al. (1995), essa associação estaria relacionada ao efeito da taxa de ganho sobre a precocidade com que o animal atinge um determinado grau de maturidade.

2.2.2 Composição corporal e exigências líquidas de macrominerais para ganho de peso

Fontes (1995) compilou resultados de diversos experimentos que avaliam a composição corporal e as exigências líquidas de macrominerais de bovinos de corte. Segundo o autor, com o aumento do peso do animal as concentrações de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K) e sódio (Na) decrescem na composição corporal e no ganho. Este padrão estaria associado às alterações que ocorrem na proporção corporal dos tecidos ósseo, muscular e adiposo com o decorrer da maturidade do animal.

Da quantidade total presente no corpo, os ossos contêm aproximadamente 99, 80 e 70% do Ca, P e Mg, respectivamente (UNDERWOOD; SUTTLE, 1999). Assim, o decréscimo da proporção do tecido ósseo corporal com a maturidade do animal é acompanhado da redução da concentração destes minerais (AFRC, 1991). Além disso, cerca de 20% do Mg corporal encontra-se nos músculos (UNDERWOOD; SUTTLE, 1999), e a proporção do tecido muscular no corpo também diminui com maturidade do animal.

Por outro lado, a deposição de gordura incrementa com a maturidade do animal. Além do efeito diluente do tecido adiposo sobre os teores corporais dos tecidos ósseo e muscular, a gordura praticamente não contém minerais. A esse respeito, Paulino et al. (1999a) verificaram que as cinzas representam apenas 0,44% da matéria seca da gordura corporal. Segundo o

ARC (1980), o tecido adiposo além de não conter Ca, apresenta quantidades insignificantes de P.

Nos ossos e músculos também são encontradas quantidades expressivas de Na (3–5 g/kg) e K (4 g/kg). Em relação à concentração em solução aquosa, o Na é o cátion mais abundante no fluido extracelular, enquanto o K é o principal cátion encontrado no fluido intracelular (UNDERWOOD; SUTTLE, 1999). Nesse sentido, enquanto o tecido muscular é constituído por 78% de água, o tecido adiposo contém apenas 10% de água (OWENS et al., 1995).

Pelo exposto, é possível concluir que a redução da concentração corporal e das exigências líquidas dos macroelementos minerais com o aumento do peso corporal é uma decorrência natural das alterações que ocorrem na proporção corporal dos tecidos ósseo, muscular e adiposo com o decorrer da maturidade do animal. Sendo assim, as exigências líquidas dos macroelementos minerais são influenciadas pelos mesmos fatores que alteram as concentrações de proteína e gordura na composição do ganho (FONTES, 1995).

2.3 ANIMAIS A PASTO

2.3.1 Desempenho animal em pastagens tropicais

A produtividade animal por área é função da taxa de lotação, determinada pela biomassa de forragem, e do ganho de peso individual do animal, determinado pelo consumo e qualidade da forragem e por características do animal interagindo com o ambiente (FORBES, 1988). A taxa de lotação não indica por si nenhum atributo da pastagem. No entanto, quando vinculada a uma oferta de forragem, a taxa de lotação seria um indicativo da capacidade de suporte da pastagem, sendo esta dependente na maior parte do genótipo da forrageira, de condições edafoclimáticas e de práticas de manejo (ROBERTS, 1980).

Em função do grande potencial produtivo das gramíneas tropicais, são comumente verificadas elevadas taxas de lotação em pastagens tropicais manejadas intensivamente. Por outro lado, o ganho de peso individual é moderado em comparação ao obtido em pastagens temperadas (ALEXANDRINO et al., 2005; CÂNDIDO et al., 2005; ERBESDOBLER et al., 2002; POPPI; MCLENNAN, 1995; RIBEIRO et al., 2008).

O ganho de peso dos animais depende principalmente do fornecimento de aminoácidos e energia para os tecidos, até o limite genético para síntese de proteína, o qual provavelmente nunca é alcançado por meio do consumo de matéria seca do pasto (POPPI; MCLENNAN, 1995). Assim, o reduzido consumo de matéria seca seria o principal responsável pelos baixos índices produtivos de animais mantidos a pasto. O baixo consumo verificado a pasto tem sido atribuído principalmente a fatores relacionados à baixa qualidade da forragem, particularmente em pastagens tropicais (VAN SOEST, 1994). No entanto, existem evidências que a estrutura da pastagem também exerce um papel importante sobre o comportamento ingestivo dos bovinos (CARVALHO et al., 2001). Dentre as características estruturais da pastagem mais importantes para o consumo animal se destacariam a altura, a densidade de biomassa, a relação folha/colmo e a proporção de folhas mortas (GOMIDE; GOMIDE, 2001).

Em função de sua associação positiva com a biomassa de forragem, aliada à relativa facilidade de mensuração, a altura do pasto tem sido tradicionalmente adotada como referencial em muitas técnicas de manejo. A relação entre altura e quantidade de biomassa também seria instintivamente percebida pelos bovinos, que geralmente demonstram preferência por pontos mais elevados do dossel, mesmo com diferenças de apenas alguns milímetros entre as alturas dos perfilhos. Neste caso, a altura indicaria a oportunidade de alta ingestão alimentar, uma vez que favorece a profundidade do bocado, principal determinante da massa do bocado. Por outro lado, o animal procura manter o equilíbrio entre a quantidade e a qualidade da forragem e a altura é um indicativo da maturidade fisiológica e do grau de lignificação da planta (CARVALHO et al., 2001).

A relação entre altura e biomassa de forragem apesar de positiva, é muito variável; para uma mesma altura seriam possíveis inúmeras densidades de forragem (proporção biomassa: altura). Em pastagens tropicais, a densidade de biomassa e a relação folha/colmo seriam mais relevantes para o comportamento ingestivo dos animais que em pastagens temperadas (HODGSON, 1985). Neste Sentido, Gomide e Gomide (2001) concluíram que a densidade de biomassa foliar seria o principal fator do comportamento ingestivo em pastagens tropicais.

2.3.2 Composição corporal e exigências nutricionais

Animais a pasto apresentariam maiores concentrações de proteína e menores concentrações de gordura corporal, em comparação a animais confinados recebendo rações concentradas. Isto decorreria, em grande parte, da estreita relação da composição corporal com a taxa de crescimento do animal (MCCLURE et al., 1995).

Murphy et al. (1994) estudaram a composição corporal de ovinos em três sistemas de terminação: pastejo, confinamento e misto (pastejo seguido de confinamento). A um mesmo peso de abate, os animais a pasto apresentaram menores taxas de crescimento e deposição de gordura e maior deposição de proteína. De acordo com os autores, a energia é particionada conforme a ordem natural de maturação dos tecidos, até que o tecido em questão tenha alcançado a deposição máxima. Assim, a energia consumida pelos animais a pasto teria sido suficiente somente para atender as demandas de crescimento dos tecidos ósseo e muscular, restando pouca energia para ser particionada para o tecido adiposo.

Hata et al. (2005) trabalharam com novilhos distribuídos em dois tratamentos: um grupo de animais confinados, recebendo ração concentrada e outro grupo mantido exclusivamente a pasto até o abate. O consumo de ração foi ajustado para que o ganho de peso diário dos animais fosse igual em ambos os grupos. No entanto, os animais a pasto depositaram mais proteína e menos gordura e energia que os animais confinados. Desse modo, a energia retida pelos animais a pasto correspondeu a 78% da energia retida pelos animais confinados, sugerindo que o pastejo repercute diretamente na composição corporal, independente da taxa de ganho dos animais. Este resultado poderia ser explicado em grande parte pelas atividades físicas relacionadas ao pastejo.

Estudando o efeito das atividades físicas sobre a composição corporal de ovinos, Garrett et al. (1999) relataram que a atividade física aumentou a proporção do tecido muscular / tecido adiposo em 25 e 26% nas pernas e no dorso do animal, respectivamente. Isto foi devido tanto à redução do tecido adiposo, quanto ao acréscimo do tecido muscular, sugerindo, de acordo com os autores, que a atividade física induz a hipertrofia de determinados músculos das pernas e do dorso do animal.

Animais a pasto necessitam caminhar, às vezes grandes distâncias em relevo acidentado, para obter o alimento, em geral fibroso e com baixo teor de matéria seca. Conseqüentemente, consomem boa parte do dia forrageando e comendo. O trabalho muscular extra poderia elevar a exigência de manutenção dos animais a pasto de 25 a 50%, quando

comparados a animais confinados (OSUJI, 1974). Não somente os músculos, mas também a estrutura óssea seria fortalecida em razão das atividades físicas relacionadas ao pastejo, repercutindo positivamente sobre a concentração corporal de minerais (MCDOWELL, 1996).

Hart et al. (1993) estudaram o efeito da diminuição do tamanho dos piquetes, manejados em regime de lotação rotacionada ou contínua, sobre o desempenho e atividade física dos animais. Os autores concluíram que o melhor desempenho animal obtido com uso do sistema rotacionado foi devido em grande parte à redução dos tamanhos dos piquetes, que resultaria em decréscimo da atividade física relacionada ao consumo de alimento e água.

O NRC (2000) admite a maior exigência de manutenção dos animais a pasto, no entanto conclui que a literatura sobre o assunto ainda não permitiria quantificar esse acréscimo, em função da diversidade de fatores (e suas interações) que influenciariam o gasto energético dos animais a pasto. Como alternativa, o NRC (2000) adota a equação proposta pelo CSIRO (1990) para estimar o ajuste da exigência de manutenção em função das atividades físicas relacionadas ao pastejo. Com este propósito, a equação relaciona topografia da pastagem, peso do animal, disponibilidade, digestibilidade e consumo da forrageira.

O CSIRO (1990) sugere acréscimos entre 10 a 20% na exigência de manutenção para animais mantidos em sistemas intensivos de pastejo; para sistemas extensivos o acréscimo seria de até 50%. O AFRC (1993) permite acrescentar à exigência de manutenção os custos energéticos relacionados a movimentos horizontais e verticais, permanência em pé e mudanças de posição corporal. No entanto, Osuji (1974) ressaltou que os custos adicionais permitidos pelo sistema britânico não incluem os gastos energéticos relacionados à apreensão e mastigação do alimento. E para obter uma mesma quantidade de energia do alimento, animais a pasto requerem mais atividade física quando comparados a animais mantidos em câmaras calorimétricas, para os quais o alimento é fornecido de forma conveniente e prontamente disponível. Segundo resultados obtidos pelo mesmo autor, ovinos a pasto gastariam de 8 a 10 h diárias se alimentado e ruminando, consumindo nestas atividades 16,9% de sua exigência de manutenção, contra os 2,6% gastos por animais confinados.

Quando o método do abate comparativo é utilizado na determinação da exigência de manutenção, a EL_m obtida também inclui os custos energéticos relacionados à atividade física (PC_j), ou seja, $EL_m = MB + PC_j$ (LOFGREEN; GARRET, 1968). Portanto, quando o método do abate comparativo é utilizado para animais a pasto, a exigência de manutenção já inclui os custos energéticos decorrentes das atividades físicas relacionadas ao pastejo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL E DURAÇÃO DO EXPERIMENTO

A pesquisa foi conduzida entre 19 de dezembro de 2007 e 01 de abril de 2008 em Campos dos Goytacazes – RJ, no Setor de Bovinocultura de Corte da UENF, nas dependências do Núcleo de Pesquisa em Zootecnia – Anexo ao Col. Agríc. Antônio Sarlo. Foi utilizada uma área experimental de 6,5 ha, relevo plano, cultivada com capim-mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça) e dividida com cerca elétrica em 13 piquetes de 0,5 ha.

3.2 ANIMAIS EXPERIMENTAIS

Os animais experimentais foram 24 novilhos castrados; 12 Nelores e 12 mestiços $\frac{1}{2}$ Limousin-Nelore com PV médio inicial de, respectivamente, 413 e 430 kg. Os animais foram adquiridos de um criatório comercial da região e constituíam um lote homogêneo dentro de cada grupo genético (Tabela 1). Nas três semanas que antecederam o período experimental, os animais foram identificados, submetidos ao controle de endo e ectoparasitos e adaptados à pastagem e ao manejo experimental.

Adicionalmente, foram utilizadas informações, de forma pontual (ver seção 3.12), referentes ao abate de cinco animais mestiços $\frac{1}{2}$ Limousin-Nelore, oriundos do mesmo rebanho dos animais experimentais. Esses animais, doravante denominados LOTE I, foram abatidos em outubro de 2006, com peso médio de 255 kg de PV.

3.3 MÉTODO DO ABATE COMPARATIVO

As mudanças na composição corporal dos animais experimentais ($n=24$) foram avaliadas por meio do método do abate comparativo, descrito por Lofgreen e Garrett (1968) e

adaptado para animais a pasto por Fontes et al. (2005a). Dentro de cada grupo genético, os animais experimentais foram divididos aleatoriamente em três tratamentos, com quatro animais cada: referência, restrito e *ad libitum*.

Tabela 1 – Composição química inicial e intervalo de peso avaliado para nelores e mestiços

	Composição Química Inicial ¹			Intervalo de Peso (PVJ) ²		
	Proteína	Gordura	Energia	Inferior	Médio	Superior
Nelore	20,1 ± 0,25	10,1 ± 0,55	2,1 ± 0,05	365	411	474
Mestiço	20,6 ± 0,45	8,8 ± 0,95	2,0 ± 0,05	345	432	527

¹ Grupo referência ($n = 8$); concentração de proteína e gordura no peso de corpo vazio (PCVZ); energia (Mcal/kg PCVZ); e respectivos erros padrão.

² Variações no peso vivo em jejum (PVJ) dos 24 animais experimentais, mensurado no dia anterior ao abate dos grupos referência, restritos e *ad libitum*.

O grupo referência foi abatido no início do experimento. Os animais restritos, no decorrer do período experimental, tiveram acesso à pastagem durante 3,5 horas diárias (08h30min às 12h00min); no restante do dia, foram mantidos em baias individuais (12 m²), distantes 100 m da pastagem, providas de cobertura e bebedouro. Objetivou-se com este manejo manter o consumo dos animais restritos próximo à manutenção (FONTES et al., 2005a). Os animais *ad libitum* permaneceram na pastagem durante todo o dia.

Os animais restritos e *ad libitum* de ambos o grupos genéticos foram mantidos juntos na pastagem, ocupando diariamente os mesmos piquetes. Na pastagem os animais tiveram acesso à sombra, água e mistura mineral comercial. O peso vivo em jejum (PVJ) dos animais foi registrado no início do experimento e ao fim de cada ciclo de pastejo, após 16 horas sem água e comida. Ao término do período experimental os animais restritos e *ad libitum* também foram abatidos.

3.4 ABATE DOS ANIMAIS E AMOSTRAGEM DOS COMPONENTES CORPORAIS

O abate foi realizado em abatedouro comercial e seguiu as normas federais prescritas para o abate humanitário de bovinos. Após o abate de cada animal, os componentes do trato

gastrintestinal - TGI (rúmen-retículo, omaso, abomaso e intestinos delgado e grosso) foram esvaziados, lavados, separados da gordura visceral (mesentérica e omental) e pesados. Em seguida, foram retiradas amostras proporcionais ao peso de cada componente, que foram misturadas e moídas (moedor de carne industrial) para obtenção de amostra representativa do TGI.

Foram separados, pesados e amostrados proporcionalmente a língua, a traquéia, o esôfago, o fígado, o coração, os rins, os pulmões, o baço, a carne industrial e o aparelho reprodutor. As amostras individuais destes componentes foram agrupadas de forma proporcional ao peso, misturadas e moídas para obtenção de amostra representativa dos órgãos. As aparas (gorduras pélvica, renal e cardíaca, mais tecidos lesionados da carcaça e tecidos pertencentes a não-carcaça, todos provenientes da limpeza da carcaça no frigorífico) e a gordura visceral (mesentérica e omental) foram proporcionalmente reunidas e moídas para obtenção de amostra representativa de resíduo gorduroso. Também foram separados, pesados e amostrados proporcionalmente (usando uma serra no caso dos ossos) o couro, o sangue, a cabeça, a cauda e os pés. Para a cabeça e os pés foram coletadas amostras de apenas um animal representativo dentro de cada grupo genético e tratamento.

As amostras compostas do trato gastrointestinal, dos órgãos e do resíduo gorduroso e as amostras individuais de couro, sangue, cabeça, cauda e pés, foram consideradas representativas da não-carcaça (NCAR). A soma dos pesos de todos os componentes da não-carcaça constituiu o peso da não-carcaça (PNCAR).

As duas meias-carcaças foram pesadas quentes e levadas à câmara fria, onde permaneceram por 18 horas a -5°C . Na meia-carcaça esquerda de cada animal foi coletada uma amostra entre a 9^a e 11^a costela (seção HH), conforme metodologia descrita por Hankins e Howe (1946). Posteriormente, a seção HH foi separada em carne magra, osso (mais tendão) e gordura, componentes constituídos em sua maior parte pelos tecidos muscular, ósseo e adiposo, respectivamente. A seção correspondente a 12^a costela também foi coletada para análise da qualidade da carne. O peso total da carcaça (PCAR) foi obtido pela soma do peso das duas meias-carcaças.

Os componentes foram pesados, moídos em moedor de carne (ou serrados em pequenas partes, no caso dos ossos) e amostrados separadamente. As amostras de carne magra, osso e gordura foram consideradas representativas da carcaça (CAR). O peso de corpo vazio (PCVZ) dos animais foi obtido pela soma PCAR + PNCAR. Também nas meias-carcaças esquerdas, foram medidas as áreas de olho-de-lombo (AOL), em cm^2 , na seção transversal do *Longissimus dorsi*, entre as 12^a e 13^a costelas.

3.5 ANÁLISE SENSORIAL DA CARNE

Para a análise sensorial foram utilizados filés de contrafilé (músculo *Longissimus dorsi*), coletados na altura da 12^a costela, que foram separados aleatoriamente, dentro de cada uma das seis combinações possíveis entre grupo genético (nelores e mestiços) e tratamento (referência, restrito e *ad libitum*). Para cada combinação (grupo genético × tratamento) foram utilizados filés provenientes de dois ou mais animais.

Os filés foram temperados com 1% (p/p) de sal comercial (cloreto de sódio, marca Cisne) em relação ao peso do filé, dissolvido em água em quantidade suficiente para possibilitar a homogeneização na amostra; o cozimento da carne ocorreu em churrasqueira elétrica Giulietta (Cothem Aquecimento Elétrico Ltda.) por aproximadamente 25 minutos, de forma que a superfície do filé não ressecasse e seu interior ficasse bem cozido; posteriormente, foram cortados pedaços de 1 cm x 2 cm, que foram mantidos em recipientes de aço inoxidável, por breve período, em caixa de isopor revestidas internamente por papel alumínio, até o momento do serviço.

As amostras de contrafilé (músculo *Longissimus dorsi*) foram avaliadas por meio de um teste de aceitação sensorial de nível laboratorial (MEILGAARD et al., 1999), sendo adotada a escala hedônica estruturada de nove pontos (PERYAM; GIRARDOT, 1952). Os filés foram avaliados por 25 consumidores quanto aos atributos hedônicos sabor, maciez, suculência e impressão global, por meio do preenchimento de ficha de avaliação (ANEXO A).

As avaliações ocorreram em cabines individuais, equipadas com luz incandescente branca, nas dependências do Setor de Análise Sensorial do Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LTA), do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA) da UENF.

3.6 CONSUMO DE FORRAGEM

O consumo de forragem pelos animais dos grupos restrito e *ad libitum* foi estimado em dois ensaios (em janeiro e março) realizados durante o período experimental, utilizando o método do duplo indicador (SMITH; REID, 1955). Foram empregados como indicadores

externo e interno, respectivamente, o LIPE[®] (hidroxifenilpropano modificado e enriquecido) e a lignina em H₂SO₄.

Em cada ensaio, uma cápsula contendo 500 mg de LIPE[®] foi fornecida oralmente (sonda esofágica) a cada animal durante sete dias, uma vez ao dia (12h00min). Nos quatro últimos dias, também foram coletadas amostras de fezes diretamente no reto dos animais, simultaneamente ao fornecimento do indicador. As cápsulas de gelatina contendo o LIPE[®] foram embrulhadas em papel comum para prevenir perdas por regurgitação. Amostras de forragem foram coletadas (pastejo simulado) diariamente nos piquetes ocupados pelos animais durante a estimação do consumo.

3.7 MANEJO E AVALIAÇÃO DA PASTAGEM

3.7.1 Manejo da pastagem

Cerca de 70% da área experimental foi inundada no período chuvoso anterior ao experimento (janeiro/fevereiro 2007), em razão de uma enchente fluvial atípica, sendo o capim-mombaça replantado no início do período seco subsequente (abril/maio 2007) com auxílio de irrigação. A área foi liberada aos animais quatro meses após o plantio (setembro 2007) e não foi homogeneizada mecanicamente antes do início do experimento.

No momento do replantio foi aplicado 50 kg/ha de P₂O₅ (superfosfato simples). Aproximadamente um mês antes do início do experimento foi feita adubação em cobertura com nitrogênio e potássio, aplicando-se 50 kg/ha de N (sulfato de amônio) e 20 kg/ha de K₂O (cloreto de potássio). Durante o período experimental, foi realizada adubação de manutenção com 80 kg/ha de N, parcelada em duas aplicações iguais nos meses de janeiro e fevereiro de 2008. As adubações (plantio e manutenção) foram definidas em função da produtividade animal por área pretendida (nível médio) e da análise do solo da área experimental, conforme recomendações da CFSEMG (1999).

A pastagem foi manejada em regime de lotação rotacionada, com períodos de ocupação e descanso de, respectivamente, dois e 24 dias. Durante o período experimental foram completados quatro ciclos de pastejo de 26 dias. A oferta diária de forragem foi mantida em torno de 8 kg de biomassa foliar por 100 kg de peso vivo animal (PV), com o uso de animais

reguladores (*put and take*). O número de animais reguladores (NR) foi definido utilizando a seguinte relação:

$$NR = \frac{BF - OFE}{OFR};$$

onde: *BF*, biomassa de folhas no piquete, em kg; *OFE*, biomassa foliar requerida para o conjunto de animais experimentais, em kg, considerando-se dois dias de ocupação do piquete a uma oferta de forragem de 8% (16 kg folhas por 100 kg de PV); e *OFR*, biomassa de folhas requerida individualmente por animal regulador (16 kg folhas por 100 kg de PV).

A quantidade total de animais nos piquetes foi igual à soma do número de animais experimentais (NE) mais o número de animais regulares (NR). A taxa de lotação (TL), avaliada três vezes durante cada ciclo de pastejo, foi calculada pela divisão do número total de animais pela área experimental (6,5 ha):

$$TL = \frac{NE + NR}{6,5}$$

A taxa de lotação foi expressa em unidade animal por área (UA/ha), considerando 1 UA = 450 kg de PV.

3.7.2 Avaliação das características da pastagem

Para avaliação da pastagem, a área experimental foi dividida em três blocos homogêneos quanto às características do solo, sendo avaliados dois piquetes representativos de cada bloco. Em cada ciclo de pastejo, os procedimentos experimentais referentes à avaliação da forragem foram realizados nesses seis piquetes representativos da área experimental; os mesmos piquetes foram utilizados durante todo o período experimental.

A biomassa de forragem pré-pastejo (BT) e altura da pastagem (ALT) foram estimadas no dia anterior à entrada dos animais nos piquetes representativos. Foram coletadas vinte amostras de forragem por piquete, espaçadas igualmente na diagonal, utilizando um quadro metálico de 1 m de lado (1 m²), com um lado aberto. A altura do pasto foi mensurada simultaneamente, utilizando uma régua graduada a cada 5 cm, nos mesmos locais em que as amostras de forragem foram coletadas. A forragem contida no quadro foi cortada a 20 cm do solo, pesada e subamostrada.

As vinte subamostras de forragem foram agrupadas igualmente em duas amostras compostas (500g), que foram processadas individualmente em lâmina foliar, colmo e material morto. O objetivo deste procedimento foi aumentar a precisão da amostragem, trabalhando sempre com valores médios. A proporção de lâmina foliar pré-pastejo (FOL) foi calculada como sendo a relação entre a biomassa de lâmina foliar da subamostra (g) / biomassa total de subamostra (lâmina foliar + colmo + material morto). Em seguida, foram determinados (estufa a 65 °C) os teores de MS individuais da lâmina foliar, do colmo e do material morto. As amostras de lâminas foliares pré-pastejo foram posteriormente moídas e analisadas para os teores de PB e FDN (SILVA; QUEIROZ, 2002).

A BT (kg/ha) foi calculada como o produto: peso da biomassa coletada em $20 \text{ m}^2 \times 500$ (fator de correção, extrapolação para 1 ha) \times teor de MS total (lâmina foliar + colmo + material morto). A biomassa de folha verde (BF) correspondeu ao produto da biomassa coletada \times proporção de lâmina foliar \times teor de MS da lâmina foliar. As densidades volumétricas da forragem (DV) e de folha verde (DVF), em kg/cm/ha, foram calculadas com o uso das fórmulas: $DV = BT/(ALT-20)$ e $DVF = BF/(ALT-20)$.

Adicionalmente, visando uma estimativa rápida da BFV para o ajuste do número de animais reguladores nos piquetes, o teor de MS da lâmina foliar foi estimado com a utilização de forno microondas. Aproximadamente 50 g de lâmina foliar foram aquecidas em microondas de uso doméstico, regulado em 30% da potência, durante períodos sucessivos de 4, 3, 2 e 1 minuto, até a estabilização do peso da amostra. O teor de MS da lâmina foliar foi calculado como a relação peso final / peso inicial da amostra.

No dia seguinte à saída dos animais dos piquetes, o mesmo procedimento experimental descrito acima para a estimação da BT foi novamente realizado, visando às estimativas da biomassa de forragem residual (BR), da proporção de folha residual (FOLR), da biomassa de folha verde residual (BFR), altura residual (ALTR) e densidade volumétrica foliar residual (DVFR).

Também no dia seguinte à saída dos animais dos piquetes, foi estimada a biomassa de perdas de forragem por pastejo (BP), conforme adaptação da metodologia proposta por Pedreira et al. (2005). Foram delimitadas aleatoriamente duas áreas de amostragem em cada piquete, com 36 m^2 ($6 \times 6 \text{ m}$) cada, utilizando estacas de madeira (com suportes para linhas de náilon) dispostas rente ao solo.

No dia anterior à entrada dos animais, as áreas delimitadas foram limpas, retirando-se todo o material de origem vegetal (liteira e partes de plantas) depositado sobre a superfície do solo. A perda de forragem foi caracterizada como todas as partes das plantas avariadas

mecanicamente (ainda que fixadas aos perfilhos, assumindo que estariam mortas antes do período de ocupação seguinte), pisoteadas ou enlameadas, mais todo o material originário do capim-mombaça existente sobre a superfície do solo na área de amostragem. Este material, no dia seguinte à saída dos animais dos piquetes, foi coletado, pesado e subamostrado individualmente para cada área de amostragem.

As subamostras foram pesadas e separadas em lâmina foliar e colmo, estimando-se a proporção de lâmina foliar nas perdas (FOLP). Em seguida, foram determinados (estufa a 65⁰C) os teores de MS desses componentes. A BP (kg/ha) foi calculada como o produto: peso de BP em 72 m² × 139 (fator de correção, extrapolação para 1 ha) × teor de MS total da BP (lâmina foliar + colmo). Adicionalmente, foram calculadas as perdas por animal (PUA) em cada ciclo de pastejo: PUA (kg MS /UA/ha) = BP ÷ TL.

A eficiência de pastejo (EFIC) foi calculada em cada ciclo de pastejo, utilizando a relação proposta por Pedreira et al. (2005): EFIC = (BR + BP) ÷ BT.

A pastagem foi avaliada em todos os ciclos de pastejo do período experimental, totalizando 24 observações (6 piquetes amostrados × 4 ciclos de pastejo) para cada variável estudada (BT, ALT, BF, FOL, TL, PB, FDN, DV, DVF, BR, BFR, FOLR, ALTR, DVFR, BP, FOLP, PUA e EFIC).

3.8 PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS E ANÁLISES LABORATORIAIS

3.8.1 Tecidos animais

As amostras de todos os tecidos animais foram pré-desengorduradas em estufa a 105⁰C, conforme metodologia descrita por Kock e Preston (1979). As amostras pré-desengorduradas foram armazenadas a -5⁰C e, posteriormente, moídas em moinho de bola e analisadas para os teores de matéria seca (ASE), proteína bruta, gordura bruta, cinzas e macroelementos minerais (SILVA; QUEIROZ, 2002).

A solução mineral para a análise dos macroelementos minerais foi preparada por via úmida. Após as devidas diluições, o fósforo foi determinado por colorimetria; o cálcio e o magnésio em espectrofotômetro de absorção atômica; e o sódio e o potássio em espectrofotômetro de chama (SILVA; QUEIROZ, 2002).

O conteúdo de energia (Mcal) nas amostras de tecidos foi estimado a partir dos conteúdos corporais de proteína e gordura e de seus respectivos equivalentes calóricos (ARC, 1980): 5,6405 kcal/g (proteína) e 9,3929 kcal/g (gordura).

3.8.2 Forragem e fezes

As amostras individuais de fezes e forragem (obtidas no pastejo simulado) obtidas durante dois ensaios de consumo foram secas em estufa a 55⁰C e moídas a 1 mm. Em seguida foram constituídas, proporcionalmente ao peso seco, 64 amostras compostas de fezes (1 amostra/animal/piquete/ensaio) e oito amostras compostas de forragem (1 amostra/piquete/ensaio). As amostras compostas de fezes e forragem foram analisadas para os teores de MS (105⁰C), proteína bruta, energia bruta – [EB] (em bomba calorimétrica) e lignina em H₂SO₄ (SILVA; QUEIROZ, 2002).

Deste modo, foi possível estimar as digestibilidades da matéria seca (DMS) da forragem (VAN SOEST, 1994):

$$I_{MS} = [Lig_C] / [Lig_F] \text{ e } DMS = 1 - I_{MS};$$

onde: I_{MS} , indigestibilidade da MS; $[Lig_C]$, teor de lignina na forragem; e $[Lig_F]$ teor de lignina nas fezes.

A partir da indigestibilidade da MS, as digestibilidades de energia (DE) e da proteína bruta (DPB) foram obtidas por:

$$I_{MS} \times [X_F] = I_X \times [X_C] \text{ e } DX = 1 - I_X;$$

onde: I_X , indigestibilidade da energia e PB; $[X_C]$, teor de energia e PB na forragem; e $[X_F]$ teor de energia e PB nas fezes.

A concentração de energia digestível ([ED]) da forragem (capim-mombaça) foi calculada como $[ED] = [EB] \times DE$. A concentração de energia metabolizável ([EM]) foi obtida por meio da relação: $[EM] = 0,82 \times [ED]$ (NRC, 2000).

As amostras compostas de fezes também foram analisadas para o teor de LIPE[®] (SALIBA et al., 2003), visando a estimação da produção fecal (PF):

$$PF \text{ (kg)} = \text{Dose de LIPE}^{\text{®}} \text{ fornecida (mg)} / \text{concentração fecal de LIPE}^{\text{®}} \text{ (mg/kg)};$$

O consumo de matéria seca (CMS) foi calculado como:

$$CMS = PF / I_{MS};$$

3.9 EXIGÊNCIAS DE MANTENÇA E EFICIÊNCIAS DE UTILIZAÇÃO DA ENERGIA

Para os animais abatidos no início do experimento (grupo referência) foram calculados, dentro de cada grupo genético, os valores médios da relação PVJ/PCVZ e do conteúdo energético corporal (kcal/g PCVZ). Estes valores foram utilizados para prever o PCVZ e o conteúdo energético corporal dos animais restritos e *ad libitum* no início do experimento. A energia retida (ER) durante o período experimental, no corpo de cada um dos animais restritos e *ad libitum*, foi calculada como a diferença entre a energia corporal final e a energia corporal inicial predita.

A partir dos resultados obtidos nos dois ensaios de consumo foi calculado o consumo médio individual diário de energia metabolizável (CEM): $CEM \text{ (kcal)} = CMS \text{ (kg)} \times [EM]$ (kcal/kg). A diferença entre a energia consumida e a energia retida correspondeu à produção de calor (PC); ou $PC = CEM - ER$ (NRC, 2000). Os valores individuais médios diários de CEM, ER e PC foram expressos por unidade de tamanho metabólico ($kcal/kg^{0,75}$ PCVZ).

Para a estimação da energia líquida de manutenção (EL_m) foi ajustada a equação linearizada proposta por Lofgreen e Garrett (1968):

$$\log_{10} PC = \alpha + \gamma \times CEM \quad (1)$$

onde $EL_m = 10^\alpha$

Para as estimativas da energia metabolizável para manutenção (EM_m) e das eficiências de utilização da energia metabolizável para manutenção (k_m) e ganho (k_g) foi ajustada a equação (LOFGREEN; GARRETT, 1968):

$$ER = \delta + \zeta \times CEM \quad (2)$$

onde $k_g = \zeta$ e admitindo $\delta = EL_m \times k_g / k_m$ (NRC, 1981), então $EM_m = -\delta / \zeta$ e $k_m = EL_m / EM_m$.

As concentrações de energia líquida na forragem (capim-mombaça) para manutenção ($[EL_m]$) e para ganho ($[EL_g]$) foram calculadas segundo o NRC (2000): $[EL_m] = [EM] \times k_m$; e $[EL_g] = [EM] \times k_g$.

Complementarmente, com o objetivo de verificar a equivalência dos resultados obtidos, a exigência e a eficiência energética para manutenção (EL_m , EM_m e k_m) também foram estimadas sem transformação logarítmica, utilizando-se diretamente a equação não-linear proposta pelo NRC (1981), aplicando a restrição $\zeta + \theta \times EM_m = 0$ (HENRIQUE et al., 2005):

$$PC = \zeta \times \exp. (\theta \times CEM) \quad (3)$$

sendo $EL_m = \zeta$

Substituindo-se na equação 3 os parâmetros por suas estimativas ($\hat{\zeta}, \hat{\theta}$), a EM_m correspondeu ao valor de CEM quando $PC/CEM = 1,000$ ($ER = 0,000$). O valor de k_m foi igual ao quociente EL_m/EM_m .

3.10 CONTEÚDOS CORPORAIS DE COMPONENTES QUÍMICOS E FÍSICOS

A partir da análise química das amostras dos tecidos animais, foram obtidos os conteúdos dos macroelementos minerais (kg) no corpo vazio e os conteúdos de proteína (kg), gordura (kg) e energia (Mcal) no corpo vazio, carcaça e não-carcaça (FONTES et al., 2005a).

Foram ajustadas equações alométricas linearizadas para descrever as concentrações dos componentes corporais (Y) dos animais experimentais dos grupos referência e *ad libitum* ($n = 16$), em função do PCVZ (ARC, 1980):

$$\log_{10}Y = \log_{10}\alpha + \gamma \times \log_{10}X \quad (4)$$

em que: $X =$ peso de corpo vazio (PCVZ); $Y =$ conteúdos de proteína (kg), gordura bruta (kg) e energia (Mcal) no corpo vazio, na carcaça e na não-carcaça; conteúdos de cálcio (kg), fósforo (kg), magnésio (kg), sódio (kg) e potássio (kg) no corpo vazio; seção (cm^2) de área de olho-de-lombo, gordura visceral (kg), carne magra (kg) e gordura (física) da carcaça; e α, γ parâmetros da equação.

As equações ajustadas para os conteúdos proteína e energia no corpo vazio foram utilizadas para a predição da concentração corporal (g/kg e Mcal/kg de PCVZ) desses componentes dentro do intervalo de peso avaliado. Também foram ajustadas equações lineares para as relações entre o PV, o PVJ, o PCVZ e o PCAR dos animais experimentais.

3.11 EXIGÊNCIAS LÍQUIDAS DE ENERGIA, PROTEÍNA E MINERAIS

As exigências líquidas de proteína, energia e macroelementos minerais (g/kg e Mcal/kg) para o ganho de peso dos animais experimentais, dos grupos referência e *ad libitum* ($n=16$), foram obtidas por meio da derivada primeira da equação 4 (ARC, 1980):

$$Y' = \hat{\gamma} \times \hat{\alpha} \times X^{(\hat{\gamma}-1)} \quad (5)$$

em que: X = peso de corpo vazio (PCVZ); Y' = conteúdos corporais de proteína (kg), energia (Mcal), cálcio (kg), fósforo (kg), magnésio (kg), sódio (kg) e potássio (kg); $\hat{\alpha}$, $\hat{\gamma}$ estimativas dos parâmetros (obtidas no ajuste da equação 4).

3.12 CRESCIMENTO ALOMÉTRICO DE COMPONENTES CORPORAIS DE MESTIÇOS ½LIMOUSIN-NELORE

Foram utilizadas informações referentes a 13 mestiços ½Limousin-Nelore: quatro animais do grupo referência; quatro animais do grupo *ad libitum*; e cinco animais do LOTE I (ver seção 3.2). Para avaliar o crescimento dos tecidos e órgãos corporais em função do aumento do peso dos animais foram ajustadas equações de regressão, utilizando a forma linearizada do modelo alométrico ($y = \alpha x^\gamma$) proposto por Huxley (1932):

$$\ln y = \ln \alpha + \gamma \times \ln x + \varepsilon; \quad (6)$$

onde 'y' é o peso (kg) do componente corporal (gordura da carcaça, carne magra, osso, área de olho-de-lombo (cm²), TGI, órgãos, gordura visceral, couro, pés, cabeça, PCAR e PNCAR); 'x' é o peso de corpo vazio, em kg; α , γ são os parâmetros da equação; e 'ε' o erro aleatório, pressuposto aditivo mesmo após a linearização.

O coeficiente alométrico (γ), adimensional, corresponde à proporção entre as taxas de crescimento instantânea relativa de 'y' e 'x' ($dy/ydt : dx/xdt$) (KIDWELL et al., 1952). Na forma linearizada da equação alométrica, quando $\gamma \neq 1$ o crescimento é dito heterogônico: se $\gamma > 1$, então $dy/ydt > dx/xdt$; ao contrário se $\gamma < 1$, logo $dy/ydt < dx/xdt$. Não havendo diferenças entre as taxas de crescimento de 'x' e 'y' ($dy/ydt = dx/xdt$), tem-se $\gamma = 1$, caracterizando o crescimento isogônico. As estimativas dos parâmetros obtidas para os diferentes componentes corporais foram comparadas, entre si e com o referencial 1,00 (crescimento isogônico), por meio da sobreposição dos intervalos de confiança (5%).

3.13 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As equações de regressão não-lineares foram ajustadas por meio do procedimento PROC NLIN do pacote estatístico SAS. Para as equações lineares foi utilizado o PROC REG, sendo o efeito de grupo genético testado utilizando o modelo geral:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X1_i + \beta_2 X2_i + \beta_3 X1_i X2_i + \varepsilon_i,$$

em que: Y_i , é a variável dependente (Y); $X1_i$, é a variável quantitativa (PCVZ); $X2_i$, é a variável qualitativa “dummy”, apresentando valores 0 para nelore ($Y_i = \beta_0 + \beta_1 X1_i$) e 1 para mestiço ($Y_i = (\beta_0 + \beta_2) + (\beta_1 + \beta_3) X1_i$); $X1_i X2_i$, é o efeito de interação; e ε_i o erro aleatório (admitido como aditivo mesmo com a transformação logarítmica da equação alométrica).

Se $\beta_3 \neq 0$, os grupos genéticos diferiram quanto ao coeficiente de regressão; se $\beta_2 \neq 0$, os grupos genéticos diferiram quanto ao intercepto; e se $\beta_3 = 0$ e $\beta_2 = 0$, os grupos genéticos não diferiram entre si. As hipóteses de nulidade para as estimativas dos parâmetros ($H_0: \hat{\beta}_0 = 0, \hat{\beta}_1 = 0, \hat{\beta}_2 = 0, \hat{\beta}_3 = 0$) foram testadas por meio do teste t (5%).

Para a análise estatística da qualidade da carne (sabor, maciez, suculência e impressão geral) e dos pesos do trato gastrintestinal - TGI (rúmen-retículo, omaso, abomaso e intestinos delgado e grosso), dos órgãos internos - ORGI (baço, coração, fígado, pulmões e rins) e fígado (FIG), foi utilizado o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + T_j + GT_{ij} + \varepsilon_{ijk},$$

onde: Y_{ijk} = informações referentes ao animal k , no tratamento j , no grupo genético i ; μ = média geral; G_i = efeito de grupo genético i , sendo $i = 1$, nelore e 2, mestiço; T_j = efeito de tratamento j , sendo $j = 1$, referência; 2, *ad libitum* e 3, restrito; GT_{ij} = efeito de interação grupo genético i e tratamento j ; ε_{ijk} = erro aleatório, associado a cada observação, pressuposto normal e independentemente distribuído, com média zero e variância σ^2 .

Nas análises de digestibilidade, consumo e ganho de peso foi utilizado o mesmo modelo acima, porém considerando apenas dois níveis de tratamento (*ad libitum* e restrito). Para as análises estatísticas foi empregado o procedimento PROC GLM ou o PROC ANOVA no caso da análise sensorial.

Nas análises das variáveis relacionadas à pastagem (BT, ALT, BF, FOL, TL, PB, FDN, DV, DVF, BR, BFR, FOLR, ALTR, DVFR, BP, FOLP, PUA e EFIC) foi adotado o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = C_i + B_j + CB_{ij} + \varepsilon_{ijk},$$

onde: C_i = efeito do ciclo de pastejo, sendo $i = 1, 2, 3, 4$; B_k = efeito do bloco, sendo $k = 1, 2, 3$; CB_{ik} = efeito de interação; e ε_{ijk} = erro aleatório.

Para as análises estatísticas foi empregado o procedimento PROC MIXED (SAS), utilizando-se o comando REPEATED e a estrutura de co-variância auto-regressiva de primeira ordem, reconhecendo a correlação (não constante) dos erros entre as mensurações realizadas nos mesmos piquetes, em diferentes ciclos de pastejo (medidas repetidas no tempo). Foram considerados fixos os efeitos de ciclo de pastejo, bloco e interação ciclo \times bloco.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PARTIÇÃO DE ENERGIA PARA MANTENÇA E GANHO

As estimativas dos parâmetros β_2 e β_3 obtidas pelo ajuste do modelo linear PC \times CEM não foram diferentes de zero ($P > 0,05$), indicando, respectivamente, que o intercepto e o coeficiente de regressão não diferiram entre os grupos genéticos. O ajuste de um intercepto comum aos dois grupos genéticos resultou em um valor único de EL_m para nelores e mestiços (Tabela 2).

Para o modelo ER \times CEM a estimativa do parâmetro β_2 não diferiu ($P > 0,05$) e β_3 foi maior ($P < 0,05$) que zero. Assim, para cada grupo genético foi ajustada uma equação diferente, com o valor de k_g (coeficiente de regressão) superior para os nelores (Tabela 2).

O ajuste do modelo não-linear PC \times CEM, com as restrições propostas por Henrique et al. (2005), resultou em um valor estimado de EM_m ligeiramente superior ao obtido por meio do modelo linear (Tabela 2). A mesma tendência foi observada por Siqueira et al. (2007).

As relações entre as exigências de manutenção de zebuínos e taurinos permanecem controversas. De acordo com os sistemas de alimentação CSIRO (1990) e NRC (2000), bovinos da subespécie *Bos taurus* e seus mestiços apresentam maior EL_m que bovinos *Bos indicus*. No entanto, o CNCPS (FOX et al., 2004) não reconhece diferenças entre as raças Nelore e Limousin quanto a EL_m . A recomendação do CNCPS fundamenta-se em evidências experimentais recentemente obtidas no Brasil (TEDESCHI et al., 2002).

A partir da revisão de trabalhos nacionais que avaliam zebuínos, taurinos e seus mestiços, Henrique et al. (2005) relataram o valor de 73 kcal/kg^{0,75} PCVZ para a EL_m . Este valor encontra-se dentro do intervalo de confiança de 95% (72 – 82) para a estimativa 77 kcal/kg^{0,75} PCVZ, verificada para taurinos por Lofgreen e Garrett (1968) e adotada pelo NRC (2000). A EL_m também não diferiu entre zebuínos, taurinos e seus cruzados nos trabalhos conduzidos por Ferrell e Jenkins (1998b), Freitas et al. (2006) e Siqueira et al. (2007).

Diferenças quanto às exigências energéticas para manutenção, dentro e entre raças, têm sido em parte atribuídas ao tamanho dos órgãos internos (DICOSTANZO et al., 1990; FERRELL; JENKINS, 1998a,b; GARRETT, 1980). Os órgãos possuem elevada atividade

Tabela 2 – Estimativas para os parâmetros das equações ajustadas e valores calculados de exigência e eficiência energéticas¹

$\log_{10} PC = \alpha + \gamma \times CEM$							
GG	$\hat{\alpha}$	$\hat{\gamma}$	r^2	CV (%)	EL _m	EM _m	k _m
Conjunta	1,9329	0,0015	0,89	9,40	86	136	0,63
$ER = \delta + \zeta \times CEM$							
GG	$\hat{\delta}$	$\hat{\zeta}$	k _g	r^2	CV (%)		
Nelore	-53,8658	0,3959	0,39	0,79	25,16		
Mestiço	-44,5799	0,3298	0,33				
$PC = \zeta \times \exp(\theta \times CEM)$							
GG	$\hat{\zeta}$	EP	$\hat{\theta}$	EP	EL _m	EM _m	k _m
Conjunta	86,1500	± 1,9278	0,00351	± 0,0001	86	142	0,61

¹ GG = Grupo Genético; PC = produção de calor; CEM = consumo de energia metabolizável; ER = energia retida. Sendo PC, CEM e ER expressos em kcal/kg^{0,75}PCVZ

metabólica; o fígado e o TGI respondem em média por 45 a 50% da produção de calor em ruminantes (JOHNSON et al., 1990) Este elevado gasto energético estaria associado à reciclagem protéica (GARRET, 1980). O tamanho desses órgãos e, conseqüentemente, as exigências energéticas do animal incrementam em resposta ao nível de consumo de energia (JOHNSON et al., 1990).

Assim, em condições não limitantes, animais de maior potencial produtivo apresentariam maiores níveis de consumo de energia, tamanho de órgãos e exigências energéticas, em comparação a animais de menor potencial. Em condições nutricionais limitantes, no entanto, a exigência energética poderia não diferir entre animais de diferentes potenciais produtivos (FERRELL; JENKINS, 1998a,b; JOHNSON et al., 1990; NRC, 2000).

As pastagens em geral, particularmente as tropicais, podem ser consideradas ambientes limitantes; mesmo sistemas intensivos de produção a pasto proporcionam desempenhos individuais moderados, quando comparados a regimes de confinamento com dietas de alta densidade energética (OWENS et al., 1995; POPPI; MCLENNAN, 1995).

Neste trabalho, os pesos médios dos órgãos foram de 3,9 *versus* 4,0 kg (fígado) e 15,4 *versus* 17,1 kg (TGI) para, respectivamente, nelores e mestiços *ad libitum*. Os baixos valores absolutos e a pequena diferença entre os grupos genéticos quanto ao tamanho dos órgãos, sugerem que o nível de consumo de energia pode não ter sido alto o suficiente para explicitar possíveis diferenças nas exigências de manutenção entre nelores e mestiços.

A EL_m verificada neste trabalho ($86 \pm 5 \text{ kcal/kg}^{0,75} \text{ PCVZ}$) não diferiu do valor de $77 \pm 5 \text{ kcal/kg}^{0,75} \text{ PCVZ}$ observado por Lofgreen e Garrett (1968) e foi superior ao valor de $73 \pm 3 \text{ kcal/kg}^{0,75} \text{ PCVZ}$ obtido por Henrique et al. (2005) - considerando-se a sobreposição dos intervalos de confiança a 95% ($EL_m \pm (\text{erro padrão} \times t)$).

Henrique et al. (2005) compilaram os resultados de trabalhos nacionais que avaliam em confinamento a EL_m de novilhos ($n=320$) zebuínos, taurinos e seus mestiços, castrados ou não. Lofgreen e Garrett (1968) basearam-se no confinamento de novilhos taurinos castrados. Em ambos os trabalhos, a EL_m foi estimada por meio do método do abate comparativo. A análise contextualizada desses resultados indica que o valor de $86 \text{ kcal/kg}^{0,75} \text{ PCVZ}$ verificado neste trabalho é alto, aparentemente não em razão de características intrínsecas aos animais (raça e condição sexual) e sim em razão do regime de produção (pasto ou confinamento).

O método do abate comparativo não permite quantificar isoladamente a produção de calor em jejum (PCJ). De fato, a EL_m é constituída pela PCJ mais a produção de calor associada à atividade física dos animais (NRC, 1981). Animais a pasto demandariam mais energia para atividades físicas que animais confinados, em decorrência da necessidade de locomoção e seleção/apreensão do alimento. Essas atividades respondem pela produção de calor associada ao pastejo (PC_p); gasto energético adicional tendo em referência os animais confinados, para os quais $PC_p = 0$ (CSIRO, 1990; NRC, 2000).

No entanto, Fontes et al. (2005a), trabalhando com novilhos castrados $\frac{3}{4}$ Gir-Holandês em pastagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) manejadas intensivamente, verificaram o valor de $63 \text{ kcal/kg}^{0,75} \text{ PCVZ}$ para a EL_m . Os citados autores sugeriram que nas condições experimentais a PC_p foi de baixa magnitude, uma vez que a pastagem apresentava características favoráveis ao pastejo. Por outro lado, Martin e Garcia (1995) relataram o valor de $90 \text{ kcal/kg}^{0,75} \text{ PCVZ}$ para novilhos não-castrados mantidos em pastagens de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis*).

As estimativas para a PC_p variam grandemente na literatura, em razão das diferentes metodologias empregadas e de vícios experimentais associados à avaliação de bovinos a pasto (OSUJI, 1974). Em geral, é aceito um acréscimo de 10 a 50% sobre a exigência de manutenção (Mcal/d) recomendada para animais confinados (CSIRO, 1990; NRC, 2000; OSUJI, 1974).

Para quantificar a PC_p o NRC (2000) sugere a equação proposta pelo CSIRO (1990), que considera no cálculo o consumo e peso animal; relevo do terreno; e biomassa e digestibilidade da forragem.

Substituindo na equação proposta pelo CSIRO (1990) os valores médios obtidos neste trabalho para as variáveis descritas acima, o valor predito para PC_p foi de 1,79 Mcal/d. Em outra abordagem, subtraindo-se da EL_m observada neste experimento (86 kcal/kg^{0,75} PCVZ) o valor de 73 kcal/kg^{0,75} PCVZ, admitido nesta discussão como referência para animais confinados (HENRIQUE et al., 2005), é possível estimar a PC_p em 1,05 Mcal/d para os animais experimentais (média de 350 kg PCVZ).

Os valores de 1,05 e 1,79 Mcal/d correspondem, respectivamente, ao acréscimo de 17 e 26% nas exigências de manutenção dos animais experimentais, tendo como base a referência para EL_m de 73 kcal/kg^{0,75} PCVZ (HENRIQUE et al., 2005). Estes valores encontram-se dentro de uma faixa de variação coerente com as condições experimentais; elevada oferta de folhas verdes (8%), terreno plano e bebedouros próximos (OSUJI, 1974). Segundo o CSIRO (1990), em pastagens temperadas de boa qualidade a PC_p aumenta entre 10 a 20% a exigência de manutenção dos animais.

A eficiência de utilização da EM para manutenção (k_m) apresenta relação positiva com a densidade energética do alimento (NRC, 1981). O valor observado neste trabalho ($k_m = 0,63$), comum aos dois grupos genéticos, é coerente para forragens (ARC, 1980). Fontes et al. (2005b) também verificaram uma eficiência de 63% na utilização da EM por novilhos castrados $\frac{3}{4}$ Gir-Holandês em pastagens de capim-elefante.

A eficiência de utilização da EM para ganho (k_g) verificada neste trabalho foi maior ($P < 0,05$) para nelores (0,39) que mestiços (0,33) (Tabela 2). De acordo com o NRC (1981), o valor de k_g apresenta relação positiva com a densidade do alimento e com a proporção de gordura na composição do ganho. O valor médio para nelores e mestiços ($k_g = 0,36$) corrobora com a qualidade da forrageira nas condições experimentais (ARC, 1980), sendo próximo ao valor de 0,37 observado por Fontes et al. (2005b).

A exigência de energia líquida para ganho (EL_g) pode ser decomposta em dois componentes: deposição de gordura (EL_f) e deposição de proteína (EL_p), de modo que $EL_g = EL_f + EL_p$ (NRC, 1981). As eficiências de utilização da EM para as deposições de gordura (k_f) e proteína (k_p) não são iguais. Em revisão sobre o assunto, OWENS et al. (1993) encontraram valores médios, com respectivos erros padrão, para k_f e k_p de, respectivamente, $0,76 \pm 0,08$ e $0,47 \pm 0,20$. Uma vez que $k_f > k_p$, o valor de k_g não é constante, mas varia com a composição do ganho (NRC, 1981).

Neste trabalho, considerando os grupos referência e *ad libitum*, as composições médias do ganho de nelores e mestiços foram de, respectivamente, 65 e 51% (gordura) e 19 e 32% (proteína), na base da matéria seca do corpo vazio. Essas diferenças na composição do ganho provavelmente foram responsáveis pela maior eficiência (k_g) dos nelores em relação aos mestiços.

O NRC (2000) incorpora no valor energético dos alimentos as eficiências de utilização da EM (k_m e k_g). As concentrações de energia líquida para manutenção ($[EL_m]$) e para ganho ($[EL_g]$) do capim-mombaça foram obtidas multiplicando-se a $[EM]$ por k_m e k_g (valor médio para os dois grupos genéticos). Então, $[EL_m] = 1,20$ Mcal/kg MS ($1,91$ Mcal/kg \times $0,63$) e $[EL_g] = 0,69$ Mcal/kg MS ($1,91$ Mcal/kg \times $0,66$).

No NRC (2000), o capim-elefante *in natura* com 30 dias de rebrota é tabelado com os valores de $1,14$ Mcal/kg MS ($[EL_m]$) e $0,58$ Mcal/kg MS ($[EL_m]$). No Brasil, dos trabalhos consultados, apenas Fontes et al. (2005b) estimaram o conteúdo energético de forrageiras em pastejo utilizando o método do abate comparativo. Os autores observaram os valores de $[EL_m] = 1,03$ Mcal/kg MS e $[EL_g] = 0,59$ Mcal/kg MS.

4.2 COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIAS LÍQUIDAS DE PROTEÍNA E ENERGIA PARA O GANHO

Não houve diferença ($P > 0,05$) entre nelores e mestiços quanto às relações entre os pesos corporais e de carcaça. Deste modo, foram ajustadas equações conjuntas ($n = 24$) para nelores e mestiços: $PVJ = -37,71 + 1,02PV$ ($r^2 = 0,96$; $CV = 2,09$); $PCVZ = -10,41 + 0,85PVJ$ ($r^2 = 0,95$; $CV = 2,47$); e $PCAR = -3,13 + 0,56PVJ$ ($r^2 = 0,82$; $CV = 2,96$).

Adicionalmente, para o melhor entendimento das relações dos pesos corporais e de carcaça entre animais restritos e *ad libitum*, foram ajustadas equações lineares ($n = 16$) em que o intercepto foi suprimido ($y = \zeta \times x$). Os animais *ad libitum* apresentaram maior proporção de corpo vazio e de carcaça no peso total (PV e PVJ) em comparação aos animais restritos, que foram superiores quanto ao conteúdo de digesta (Tabela 3).

Para as relações PVJ/PV e PCVZ/PVJ em animais *ad libitum*, o NRC (2000) adotou os coeficientes de, respectivamente, $0,96$ e $0,89$. Isto implica em menores conteúdos de digesta que os observados neste trabalho (Tabela 3). Segundo Rohr e Daenicke (1984), a digesta pode

Tabela 3 - Estimativas dos coeficientes de regressão ($\hat{\zeta}$), e respectivos erros padrão, das equações ($y = \zeta x$) ajustadas para as relações entre pesos corporais e da carcaça^{1,2}

PVJ × PV		PCVZ × PV	
Nível de Alimentação	$\hat{\zeta}$	Nível de Alimentação	$\hat{\zeta}$
Restrito	0,945 ± 0,006 ^{ns}	Restrito	0,769 ± 0,005 *
<i>Ad libitum</i>	0,950 ± 0,008	<i>Ad libitum</i>	0,802 ± 0,009
PCVZ × PVJ		PCAR × PVJ	
Nível de Alimentação	$\hat{\zeta}$	Nível de Alimentação	$\hat{\zeta}$
Restrito	0,812 ± 0,006 *	Restrito	0,546 ± 0,004 *
<i>Ad libitum</i>	0,843 ± 0,008	<i>Ad libitum</i>	0,560 ± 0,006

¹ As equações ajustadas suprimindo o intercepto

² Diferenças não-significativas (ns) ou significativas em 5% (*) pelo teste *t*, entre as estimativas do parâmetro (restritos em relação à *ad libitum*)

representar entre 5 a 25% do PV do animal, variando em função principalmente do peso corporal e do tipo de dieta. De fato, em comparação ao presente trabalho, a base de dados do NRC (2000) é composta por animais mais pesados e recebendo dietas menos fibrosas, o que tende a reduzir o conteúdo de digesta.

Em condições normais de alimentação (*ad libitum*) o consumo não apresentaria um efeito relevante sobre o conteúdo de digesta (ROHR; DAENICKE, 1984). Porém, o consumo está associado positivamente ao peso corporal e negativamente ao tempo de retenção da digesta no trato gastrointestinal (MERTENS; ELY, 1979). Assim, em níveis contrastantes de alimentação (*ad libitum versus* restrito) diferenças no consumo repercutiriam sobre o conteúdo de digesta dos animais (OWENS et al., 1993).

Neste trabalho, a perda de digesta nas primeiras 16 horas de jejum (PV – PVJ), proporcionalmente à perda total de digesta (PV – PCVZ), foi de 21,6 e 25,2% para animais restritos e *ad libitum*, respectivamente (Tabela 3). Isto indicaria que para os animais restritos a taxa de passagem foi menor e, conseqüentemente, o tempo de retenção da digesta foi maior. De fato, os maiores conteúdos de digesta observados em animais restritos, em relação a animais *ad libitum*, têm sido atribuídos à redução da taxa de passagem (FONTES et al., 2007; SAINZ, 1998).

Esse mesmo princípio seria observado, de modo inverso, com o aumento da taxa de passagem em razão da peletização da dieta, que resultaria na redução do conteúdo de digesta (MERTENS; ELY, 1979; ROHR; DAENICKE, 1984).

Nelores e mestiços não diferiram quanto ao peso dos órgãos (fígado, coração, rins, pulmões e baço) e do fígado. O peso do trato gastrointestinal – TGI (rúmen, retículo, omaso, abomaso e intestinos delgado e grosso) foi maior para os animais mestiços. Não houve efeito ($P>0,05$) de interação grupo genético \times tratamento (Tabela 4).

O peso dos órgãos internos é estreitamente relacionado às exigências de manutenção do animal (SAINZ, 1998). Neste sentido, a análise do fígado (FIG) separadamente dos órgãos

Tabela 4 – Peso médio (kg) de componentes corporais, e respectivos erros padrão, para nelores e mestiços nos grupos referência, restrito e *ad libitum*^{1,2}

Grupo Genético	Tratamento			Média
	Referência	Restrito	<i>Ad libitum</i>	
	TGI			
Nelore	15,45 \pm 0,93	14,59 \pm 0,93	16,15 \pm 0,93	15,39 \pm 0,53 a
Mestiço	17,03 \pm 0,93	16,23 \pm 0,93	18,10 \pm 0,93	17,12 \pm 0,53 b
Media	16,24 \pm 0,66 AB	15,41 \pm 0,66 B	17,12 \pm 0,66 A	
	ORGI			
Nelore	9,68 \pm 0,42	8,54 \pm 0,42	10,09 \pm 0,42	9,44 \pm 0,24 a
Mestiço	9,65 \pm 0,42	9,05 \pm 0,42	10,20 \pm 0,42	9,63 \pm 0,24 a
Media	9,66 \pm 0,29 A	8,79 \pm 0,29 B	10,15 \pm 0,29 A	
	FIG			
Nelore	4,09 \pm 0,18	3,49 \pm 0,18	4,29 \pm 0,18	3,95 \pm 0,53 a
Mestiço	3,85 \pm 0,18	3,66 \pm 0,18	4,45 \pm 0,18	3,99 \pm 0,53 a
Media	3,97 \pm 0,13 B	3,57 \pm 0,13 C	4,36 \pm 0,13 A	

¹TGI = Trato gastrointestinal (rúmen-retículo, omaso, abomaso e intestinos delgado e grosso); ORGI = Órgãos internos (baço, coração, fígado, pulmões e rins); e FIG = Fígado

²Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes nas linhas e minúsculas nas colunas diferem-se pelo Tukey (5%)

internos (ORGI) se justifica em razão da grande influência desse órgão em particular sobre a demanda energética do animal (JOHNSON et al., 1990).

Os pesos dos órgãos, fígado e TGI são associados positivamente com o consumo de energia (SPRINKLE et al., 1998). A densidade energética da forragem (energia metabolizável = 1,9 Mcal/kg MS), relativamente baixa em comparação às rações concentradas, possivelmente inibiu a expressão de diferenças entre os potenciais genéticos de nelores e mestiços. Em trabalhos com animais confinados recebendo dietas com alto teor de energia em níveis contrastantes (*ad libitum* e restrito), comumente têm sido verificadas interações entre grupo genético \times nível de alimentação sobre os pesos dos órgãos, fígado e TGI, sendo as diferenças entre raças somente reveladas no maior nível de alimentação (FERREL; JENKINS, 1998a,b; FORTIN et al., 1980).

Por outro lado, o menor peso do TGI dos nelores (Tabela 4) no nível restrito de alimentação não estaria relacionado ao consumo, pois não seria resultado direto de diferenças entre os potenciais produtivos dos dois grupos genéticos, e sim consequência da adaptação dos nelores ao clima quente (SPRINKLE et al., 1998). Ferrel e Jenkins (1998b) verificaram que o peso do TGI, mesmo em níveis restritos de alimentação, foi maior para a raça Angus em comparação a raças adaptadas ao clima quente (Boran e Tuli).

O peso do fígado decresceu na seqüência *ad libitum*, referência e restrito. O peso dos órgãos não diferiu entre os animais *ad libitum* e referência, mas ambos foram superiores aos restritos. O peso do TGI foi maior para os animais *ad libitum* em relação aos restritos, mas ambos não diferiram do grupo referência (Tabela 4).

A redução dos órgãos internos no decorrer de um período de restrição alimentar seria responsável, em grande parte, pela menor taxa metabólica inicial observada para animais em ganho compensatório (LAWRENCE; FOWLER, 1997). Por outro lado, neste trabalho o peso do TGI não diminuiu com a restrição do consumo. Isto possivelmente ocorreu em razão da natureza fibrosa da dieta, cuja restrição - ao contrário do que ocorreria no caso de dietas mais energéticas - não resultaria na redução do peso do TGI, particularmente do rúmen-retículo (SAINZ, 1998).

Houve tendência ($P < 0,10$) nos mestiços para o maior crescimento da área de olho-de-lombo (AOL) em relação aos nelores. Os nelores apresentaram maiores taxas de crescimento de gordura visceral (GOV) que mestiços. Em relação ao corpo vazio, o crescimento da AOL ($\gamma = 0,67$) foi intermediário, enquanto a GOV apresentou crescimento tardio ($\gamma > 1$) (Tabela 5).

Ao relacionar a AOL (medida bidimensional - cm^2) ao peso corporal (tridimensional - kg), o crescimento intermediário é caracterizado quando $\gamma = 2/3 = 0,67$. A AOL, além de ser um indicativo do grau de musculosidade da carcaça (proporção músculo:osso) (BERG; BUTTERFIELD, 1976), é uma medida associada ao desenvolvimento de uma parte de grande valor comercial (músculo *Longissimus dorsi*). Os resultados obtidos neste trabalho confirmam o grande potencial para crescimento do *Longissimus dorsi* em raças européias continentais, conforme observado por Ferrell e Jenkins (1998a).

Trabalhando com raças européias (britânicas e continentais), Cianzio et al. (1982) não observaram diferenças entre raças de pequeno e grande portes quanto à taxa de deposição de gordura visceral, em discordância com os resultados obtidos no presente trabalho (Tabela 5). Por outro lado, Sprinkle et al. (1998) verificaram uma maior deposição de gordura visceral na raça Tuli, adaptada ao clima quente, em comparação a animais Angus e Hereford. Segundo os autores, o grau de adaptação do animal ao calor e a condições nutricionais adversas estaria positivamente associado à deposição de gordura visceral.

Tabela 5 - Estimativas dos parâmetros, e respectivos erros padrão, das equações alométricas ajustadas para os pesos (kg), ou área, de componentes da carcaça e não-carcaça em função do peso de corpo vazio¹

	Área de Olho-de-Lombo (cm^2)		Gordura Visceral	
	$\log \hat{\alpha}$	$\hat{\gamma}$	$\log \hat{\alpha}$	$\hat{\gamma}$
Mestiço	$-0,435 \pm 1,38 \dagger$	$0,894 \pm 0,54 \dagger$	$-3,807 \pm 1,45 *$	$1,861 \pm 0,57 *$
Nelore	$2,110 \pm 1,17$	$0,128 \pm 0,46$	$-7,370 \pm 1,19$	$3,273 \pm 0,47$

¹ Diferenças significativas em 10% (\dagger) ou 5% ($*$) pelo teste *t*, entre as estimativas dos parâmetros (mestiços em relação a nelores)

Neste trabalho, as taxas de crescimento ($\hat{\gamma}$) de gordura na carcaça (intermuscular e subcutânea) foram de $2,355 \pm 0,43$ (nelores) e $1,356 \pm 0,51$ (mestiços). Considerando-se a sobreposição dos intervalos de confiança em 95% [$\hat{\gamma} \pm (\text{erro padrão} \times t)$], não houve diferença entre as taxas de deposição de gorduras na carcaça e nas vísceras (mesentérica e omental).

Segundo Cianzio et al. (1982) e Berg e Walters, (1983), as taxas de crescimento das gorduras intramuscular (marmoreio), intermuscular e visceral seriam intermediárias em relação ao crescimento da gordura corporal total, enquanto o crescimento da gordura

subcutânea seria tardio. De um modo geral, com a maturidade do animal o acúmulo de gordura se deslocaria do centro para a periferia do corpo (SPRINKLE et al., 1998).

Os resultados do presente trabalho sugerem que a deposição de gordura na carcaça (acabamento) seria acompanhada em igual proporção pelo acúmulo de gordura visceral, resíduo de baixo valor comercial e alto conteúdo energético, que repercute negativamente sobre a eficiência de utilização da energia alimentar (CIANZIO et al., 1982).

Não foram verificadas diferenças ($P>0,05$) entre tratamentos (referência, restrito e *ad libitum*) quanto às características organolépticas da carne. Os mestiços foram superiores ($P<0,05$) quanto ao sabor, maciez, suculência e impressão geral. Não houve efeito de interação tratamento \times grupo genético sobre as variáveis estudadas (Tabela 6).

Tabela 6 – Características organolépticas da carne de nelores e mestiços¹

Grupo Genético	Sabor	Maciez	Suculência	Impressão Global
Mestiço	6,6 \pm 0,19 A	6,9 \pm 0,19 A	6,3 \pm 0,19 A	6,7 \pm 0,19 A
Nelore	5,9 \pm 0,19 B	5,1 \pm 0,23 B	5,4 \pm 0,20 B	5,5 \pm 0,21 B
Média	6,3 \pm 0,11	6,0 \pm 0,14	5,8 \pm 0,11	6,1 \pm 0,11

¹Médias seguidas de diferentes letras nas colunas diferem pelo teste F ($P<0,05$)

Diversos fatores *antemortem* podem influenciar a qualidade da carne bovina, como genética, idade, sexo e maturidade do animal (FELÍCIO, 1997). Trabalhando com zebuínos, taurinos e seus mestiços, Bianchini et al. (2007) verificaram que o aumento do grau de sangue zebuíno implicou na redução da maciez da carne. De fato, a associação negativa entre o genótipo *Bos indicus* e a qualidade da carne têm sido comumente verificada (FELÍCIO, 1997). No entanto, intervenções *postmortem*, como a maturação da carne, podem amenizar ou mesmo anular diferenças entre genótipos quanto à qualidade da carne (BIANCHINI et al., 2007; MANDELL et al., 1997).

A idade dos animais provavelmente foi outro fator que contribuiu para a diferença entre os grupos genéticos quanto à qualidade da carne. Neste trabalho, os mestiços eram cerca de 1 ano mais jovens que os nelores, conforme análise visual da dentição dos animais. Animais mais jovens geralmente proporcionam uma carne de melhor qualidade (FELÍCIO, 1997).

Nelores e mestiços não diferiram quanto à concentração de proteína bruta (PTN) no corpo vazio, na carcaça e não-carcaça. Não houve diferença entre os nelores e mestiços quanto à concentração de gordura bruta (GOR) no corpo vazio e carcaça, mas os nelores apresentaram maior concentração de GOR na não-carcaça. Quanto à concentração de energia (ENE), os nelores tenderam ($P < 0,10$) a serem superiores (corpo vazio), não diferiram (carcaça) e foram superiores (não-carcaça) em relação aos mestiços (Tabela 7).

A tendência dos nelores em apresentarem maior concentração de energia no corpo vazio refletiu a maior deposição de gordura química na não-carcaça, concordando com os resultados verificados para a deposição de gordura (física) visceral (Tabela 5). No entanto, os depósitos de gordura “interna” (pélvica, cardíaca, renal, mesentérica e omental) não foram amostrados e analisados em separado neste trabalho, impossibilitando o melhor entendimento acerca das diferenças na deposição de gordura/energia na não-carcaça dos animais.

Complementarmente, as equações alométricas ajustadas para proteína e energia no corpo vazio foram derivadas, visando à predição da composição química do ganho de peso de corpo vazio (ARC, 1980) (Tabela 8). Como não foram observadas diferenças quanto à concentração de proteína no corpo vazio, foi ajustada uma equação conjunta para ambos os grupos genéticos, sendo obtidas as estimativas $\hat{\alpha} = 0,435$ e $\hat{\gamma} = 0,868$. Quanto à energia, tendo em vista a tendência observada para diferenças entre interceptos ($P = 0,062$) e coeficientes alométricos ($P = 0,058$), foram mantidas as equações individuais para nelores e mestiços (Tabela 7 e 8).

As equações mostradas na Tabela 8 foram utilizadas na predição das concentrações corporais de proteína e energia no corpo vazio e no ganho de corpo vazio (exigências líquidas), dentro do intervalo de peso avaliado (Tabela 9).

A raça Nelore tem sido definida como de médio a grande porte, enquanto a raça Limousin (européia continental) como de grande porte (BUCHANAN; DOLEZAL et al., 1999). Segundo Geay (1984) e Fox e Black (1984), animais de menor porte, ainda que dentro do mesmo grupo genético, apresentariam, em mesmo PCVZ, menores proporções de proteína e maiores proporções de gordura (e energia) que animais de maior porte.

Em particular, a gordura apresentaria a maior amplitude de variação na composição corporal, sendo o efeito diluente do acúmulo de gordura o principal responsável pela redução na concentração dos demais componentes químicos corporais (proteína, água e cinzas) (FORTIN et al., 1980; FOX; BLACK, 1984; NRC, 2000). Berg e Butterfield (1976) concluíram que diferenças na composição química corporal entre grupos genéticos seriam o

Tabela 7 - Estimativas dos parâmetros e respectivos erros padrão, das equações alométricas ajustadas para os conteúdos de componentes químicos no corpo vazio, carcaça e não-carcaça, em função do peso de corpo vazio¹

	Grupo Genético	Proteína Bruta		Gordura Bruta		Energia	
		$\log \hat{\alpha}$	$\hat{\gamma}$	$\log \hat{\alpha}$	$\hat{\gamma}$	$\log \hat{\alpha}$	$\hat{\gamma}$
Corpo Vazio	Mestiço	$-0,383 \pm 0,32^{ns}$	$0,878 \pm 0,13^{ns}$	$-5,640 \pm 1,87^{ns}$	$2,846 \pm 0,73^{ns}$	$-1,796 \pm 0,83 \dagger$	$1,844 \pm 0,33 \dagger$
	Nelore	$-0,207 \pm 0,27$	$0,805 \pm 0,11$	$-8,519 \pm 1,57$	$4,005 \pm 0,62$	$-3,434 \pm 0,70$	$2,499 \pm 0,27$
Carcaça	Mestiço	$-0,489 \pm 0,51^{ns}$	$0,845 \pm 0,20^{ns}$	$-6,525 \pm 2,53^{ns}$	$3,111 \pm 0,99^{ns}$	$-2,171 \pm 1,18^{ns}$	$1,914 \pm 0,46^{ns}$
	Nelore	$-0,395 \pm 0,43$	$0,804 \pm 0,17$	$-8,879 \pm 2,13$	$4,068 \pm 0,84$	$-3,749 \pm 0,99$	$2,546 \pm 0,39$
Não-Carcaça	Mestiço	$-1,004 \pm 0,39^{ns}$	$0,943 \pm 0,15^{ns}$	$-4,998 \pm 1,56^*$	$2,429 \pm 0,61^*$	$-1,931 \pm 0,72^*$	$1,724 \pm 0,28^*$
	Nelore	$-0,643 \pm 0,33$	$0,800 \pm 0,13$	$-8,875 \pm 1,31$	$3,927 \pm 0,52$	$-3,664 \pm 0,61$	$2,416 \pm 0,24$

¹ Diferenças não-significativas (ns) ou significativas em 10% (†) ou 5% (*) pelo teste *t*, entre as estimativas dos parâmetros (mestiços em relação a nelores)

resultado de diferenças quanto ao momento em que se inicia a fase de engorda, quanto à intensidade da taxa de deposição de gordura durante a fase de engorda, ou a combinação de ambos os fatores. No Brasil, em condições de confinamento, os nelores têm demonstrado maiores taxas de deposição de gordura na fase de engorda que seus mestiços com raças de maior porte (FONTES, 1995).

Tabela 8 - Equações de predição do conteúdo de proteína e energia no corpo vazio e no ganho (exigências líquidas) (Y e Y') em função do peso de corpo vazio (X)

		Composição Corporal	Composição do Ganho
Proteína	Conjunta	$\log Y = -0,358 + 0,868 \times \log X$	$Y' = 0,868 \times 0,435 \times X^{-0,132}$
Energia	Nelore	$\log Y = -3,434 + 2,499 \times \log X$	$Y' = 2,499 \times 0,0004 \times X^{-1,499}$
	Mestiço	$\log Y = -1,796 + 1,844 \times \log X$	$Y' = 1,844 \times 0,016 \times X^{-0,844}$

Neste trabalho, a ausência de diferenças quanto às concentrações de PTN e GOR, no corpo vazio e na carcaça (Tabela 7), não confirmaria a suposta precocidade dos nelores em relação a seus mestiços de maior porte. No entanto, as relações entre as composições corporais de grupos genéticos distintos seriam variáveis, tendo sido observadas interações entre grupo genético \times curva de crescimento (BARBER et al., 1981) e grupo genético \times nível de alimentação (FERREL; JENKINS, 1998a,b; FORTIN et al., 1980).

Trabalhando com animais de pequeno (Angus) e grande (Charolês) portes abatidos em diferentes pesos, Barber et al. (1981) verificaram diferenças entre raças somente em pesos medianos, coincidindo com a fase de maior deposição de gordura dos animais angus. Não houve diferenças em pesos maiores, em razão, segundo os autores, do intervalo de peso avaliado não incluir, na sua totalidade, a fase de maior deposição de gordura dos animais charoleses.

O intervalo de peso avaliado neste trabalho, (Tabela 1) provavelmente abrangeu a fase de maior deposição de gordura de ambos os grupos genéticos, nelores e mestiços. Isto porque, as taxas de deposição (γ) gordura observadas para o corpo vazio, de 4,005 (nelores) e 2,846 (mestiços) (Tabela 7), foram relativamente elevadas quando comparadas à literatura nacional consultada (BACKES et al., 2005; FONTES, 1995; GOULART et al., 2008; SILVA et al., 2002b).

Tabela 9 – Concentrações, no corpo vazio e no ganho no ganho de corpo vazio (exigências líquidas) de proteína e energia em função do PCVZ, para nelores e mestiços

PCVZ	Proteína (g/kg)		Energia (Mcal/kg)			
	Corpo Vazio	Ganho	Corpo Vazio		Ganho	
	Conjunta	Conjunta	Nelore	Mestiço	Nelore	Mestiço
300	205	178	2,1	2,0	5,2	3,6
350	201	174	2,6	2,2	6,5	4,1
400	197	171	3,2	2,5	7,9	4,6
450	194	169	3,8	2,8	9,5	5,1

Avaliando a composição corporal de novilhos das raças Angus e Holandês em dois níveis de alimentação (*ad libitum* e 65-70% *ad libitum*), Fortin et al. (1980) relataram que diferenças entre grupos genéticos somente foram observadas no maior nível de alimentação. Segundo os autores, em baixos níveis de consumo de energia os animais não expressariam plenamente o seu potencial genético. A esse respeito, o AFRC (1991) concluiu que a caracterização do genótipo exige condições ambientais não limitantes, caso contrário, haveria o risco dos resultados descreverem o ambiente e não o animal.

A taxa de ganho de peso em animais a pasto, mesmo em condições ótimas, seria moderada em relação a animais confinados, recebendo dietas ricas em energia (FERRELL; JENKINS et al., 1998a,b; POPPI; MCLENNAN, 1995;). Isto seria particularmente evidente em pastagens tropicais (RIBEIRO et al., 2008).

A taxa de ganho estaria associada forte e positivamente à deposição de gordura (NRC, 2000). Isto explicaria, em grande parte, as menores concentrações de gordura e maiores concentrações de proteína corporais observadas para animais a pasto (Tabela 9), em comparação a animais confinados (FONTES, 1995; FONTES et al., 2005b; ZERVOUDAKIS et al., 2002). Esse padrão, no entanto, não seria resultado somente das menores taxas de ganho, mas também do efeito direto do pastejo sobre a composição corporal (HATA et al., 2005).

Neste trabalho, os animais experimentais foram adquiridos de criatórios comerciais, que apresentavam características típicas de sistemas extensivos de produção a pasto. Assim, durante as fases de cria e recria, o padrão de crescimento dos animais teria acompanhado a oferta sazonal de forragem, retardando o início da fase de engorda. Na partição da energia, a

manutenção seria prioritária, seguida do crescimento dos ossos, músculos e, por último, da deposição de gordura (BERG; BUTTERFIELD, 1976).

Uma vez transferidos para as condições experimentais, os animais tiveram acesso diário a quantidades elevadas de folhas verdes (8 kg MS foliar/ 100 kg PV), o que teria proporcionado a energia necessária para a intensificação da deposição de gordura, particularmente no caso dos nelores; aparentemente nos mestiços, que apresentariam maior potencial para crescimento, uma proporção maior de energia foi direcionada para o desenvolvimento muscular. De fato, neste trabalho, as taxas de deposição (γ) de carne magra na carcaça diferiram ($P < 0,05$) entre os genótipos, sendo observados os valores de $1,014 \pm 0,10$ (mestiços) e $0,789 \pm 0,09$ (nelores).

Deste modo, é possível inferir que o limitado consumo de energia a pasto retardou o início da fase de engorda em ambos os genótipos, dificultando a expressão de possíveis diferenças entre nelores e mestiços. Por outro lado, as taxas de deposição (γ) de gordura/energia observadas neste trabalho (Tabela 7) sugerem que as diferenças entre nelores e mestiços $\frac{1}{2}$ Limousin-Nelore, estariam relacionadas principalmente a maior intensidade da deposição de gordura/energia dos nelores durante a fase de engorda.

A avaliação de animais após uma mudança súbita de ambiente, em especial de pastejo extensivo para confinamento, é comumente observada em trabalhos conduzidos no Brasil. Isto poderia em parte explicar as elevadas taxas de deposição de gordura (γ) verificadas em condições nacionais (FONTES, 1995; SILVA et al., 2002a), em comparação, dentro de raça/porte, há estudos conduzidos em países que adotam sistemas produtivos mais intensivos, em que é prática comum o confinamento logo após desmame dos animais (FORTIN et al., 1980; ROHR; DAENICKE, 1984).

Conforme pontuado anteriormente, as taxas de deposição (γ) para gordura foram relativamente elevadas neste trabalho. Por outro lado, os valores dos interceptos ($\log \alpha$) foram relativamente baixos (Tabela 7) quando comparados aos trabalhos nacionais consultados, que avaliam, em sua quase totalidade, animais em regime de confinamento (BACKES et al., 2005; FONTES, 1995; GOULART et al., 2008; SILVA et al., 2002b).

A princípio, isso poderia sugerir que variações entre interceptos ($\log \alpha$) estariam associadas a diferenças quanto ao início da fase de engorda, enquanto variações entre os coeficientes alométricos (γ) seriam associadas às diferenças quanto à intensidade da taxa de deposição de gordura. Entretanto, não seria simples a identificação de tendências atribuindo significados distintos para cada parâmetro individualmente; de fato, existe uma forte correlação negativa entre os parâmetros (α , γ), o quê, segundo Kidwell et al. (1952), seria

necessário ao bom ajuste da curva alométrica e indicaria que ambos os parâmetros são medidas do mesmo fenômeno biológico.

4.3 EXIGÊNCIAS LÍQUIDAS DE MINERAIS

Os interceptos ($\log_{10} \hat{\alpha}$) e os coeficientes alométricos ($\hat{\gamma}$) das equações alométricas ajustadas para o cálcio (Ca) e o fósforo (P) diferiram ($P < 0,05$) entre nelores e mestiços. As equações alométricas ajustadas para o magnésio (Mg), o sódio (Na) e o potássio (P) não diferiram ($P > 0,05$) entre nelores e mestiços, sendo ajustadas únicas equações conjuntas para ambos os grupos genéticos (Tabela 10).

As equações alométricas ajustadas e suas derivadas primeiras (Tabela 11) foram empregadas, respectivamente, na predição da concentração corporal e das exigências líquidas para ganho, dentro do intervalo de peso avaliado (Tabela 12).

Tabela 10 – Estimativas dos parâmetros, e respectivos erros padrão (EP), das equações alométricas ajustadas para o conteúdo corporal de macrominerais em função do peso de corpo vazio (PCVZ) e grupo genético (GG)

GG	$\ln \hat{\alpha} \pm EP$	$\hat{\gamma} \pm EP$	r^2	$\ln \hat{\alpha} \pm EP$	$\hat{\gamma} \pm EP$	r^2
	Cálcio			Fósforo		
Nelore	$0,465 \pm 0,29$	$0,156 \pm 0,12$	0,83	$0,189 \pm 0,39$	$0,146 \pm 0,16$	0,81
Mestiço	$-0,270 \pm 0,35$	$0,430 \pm 0,14$		$-0,821 \pm 0,47$	$0,524 \pm 0,19$	
	Magnésio			Sódio		
Conjunta	$-1,791 \pm 0,35$	$0,377 \pm 0,14$	0,35	$-1,723 \pm 0,25$	$0,545 \pm 0,09$	0,69
	Potássio					
Conjunta	$-2,627 \pm 0,24$	$0,964 \pm 0,09$	0,88			

Para ambos os grupos genéticos, o aumento do peso dos animais foi acompanhado das diminuições tanto da concentração corporal quanto das exigências líquidas de macrominerais (Tabela 12). Isto se deve principalmente às mudanças nas taxas de crescimento dos tecidos corporais: com a maturidade do animal, decresce a taxa de

crescimento do tecido ósseo, ao passo que a deposição de gordura se intensifica (FONTES, 1995). Enquanto o tecido ósseo é o maior depósito de minerais do corpo, a deposição de gordura, que em si contém quantidades mínimas de minerais, ainda exerce um efeito diluente sobre os demais componentes químicos corporais, incluindo os minerais (UNDERWOOD; SUTTLE, 1999).

Dentre os macrominerais, o Ca e P apresentaram o maior declínio em sua concentração corporal com a maturidade do animal (Tabela 12). Isto porque esses minerais, os mais abundantes no organismo, seriam depositados principalmente no tecido ósseo: da quantidade total presente no corpo, os ossos conteriam aproximadamente 99% do Ca e 80 % do P (UNDERWOOD; SUTTLE, 1999).

As diferenças verificadas para os coeficientes alométricos (γ), com maiores valores para mestiços (Tabela 10), indicam que com o decorrer da maturidade do animal as concentrações corporais de Ca e P decrescem mais acentuadamente nos nelores; o que se reflete nas maiores exigências líquidas observadas para os mestiços (Tabela 12). Por outro lado, as diferenças

Tabela 11 – Equações de predição das exigências líquidas para ganho de macroelementos minerais, em função do peso corporal (PCVZ), de novilhos nelores e mestiços

	Cálcio	Fósforo
Nelore	$Ca' = 0,156 \times 2,918 \times PCVZ^{-0,844}$	$P' = 0,146 \times 1,547 \times PCVZ^{-0,854}$
Mestiço	$Ca' = 0,430 \times 0,538 \times PCVZ^{-0,570}$	$P' = 0,524 \times 0,151 \times PCVZ^{-0,474}$
	Magnésio	Sódio
Conjunta	$Mg' = 0,377 \times 0,016 \times PCVZ^{-0,623}$	$Na' = 0,545 \times 0,019 \times PCVZ^{-0,455}$
	Potássio	
Conjunta	$K' = 0,964 \times 0,002 \times PCVZ^{-0,036}$	

entre interceptos ($\log_{10}\alpha$), com maiores valores para nelores (Tabela 10), indicam as menores concentrações de Ca e P no corpo dos mestiços.

Os resultados obtidos permitem inferir que as diferenças verificadas entre os grupos genéticos foram resultantes do maior grau de maturidade fisiológica dos nelores: assim, as maiores concentrações corporais de Ca e P indicariam o maior desenvolvimento do tecido ósseo, enquanto as menores exigências líquidas para ganho seriam resultado da maior

deposição de gordura corporal (FONTES, 1995). De fato, neste trabalho, considerando o grupo *ad libitum*, as proporções de gordura no ganho de corpo vazio dos animais durante o período experimental foram de 65% (nelores) e 51% (mestiços).

Neste sentido, a raça Nelore tem sido caracterizada como de médio a grande porte, enquanto a raça Limousin (européia continental) como de grande porte. Segundo o ARC (1980), raças de menor porte atingem a maturidade mais precocemente que raças de maior porte. Por outro lado, animais de maior porte apresentariam maior potencial de crescimento e, portanto, maiores exigências nutricionais para ganho.

Tabela 12 – Concentração corporal e exigência líquida para ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) de macrominerais, em função do peso corporal (PCVZ), de novilhos nelores e mestiços

		Concentração Corporal (g/kg PCVZ)						
		Cálcio		Fósforo		Magnésio	Sódio	Potássio
PCVZ		Nelore	Mestiço	Nelore	Mestiço	Conjunta	Conjunta	Conjunta
300		23,7	20,8	11,9	10,0	0,46	1,41	1,92
350		20,8	19,1	10,4	9,31	0,42	1,32	1,91
400		18,6	17,7	9,28	8,74	0,39	1,24	1,90
450		16,8	16,5	8,39	8,26	0,36	1,17	1,89
		Exigência Líquida (g/kg GPCVZ)						
		Cálcio		Fósforo		Magnésio	Sódio	Potássio
PCVZ		Nelore	Mestiço	Nelore	Mestiço	Conjunta	Conjunta	Conjunta
300		3,69	8,96	1,73	5,25	0,17	0,77	1,85
350		3,24	8,21	1,52	4,88	0,16	0,72	1,84
400		2,89	7,61	1,36	4,58	0,15	0,68	1,83
450		2,62	7,11	1,23	4,33	0,14	0,64	1,83

Fontes (1995) e Silva et al. (2002b) compilaram os resultados de diversos experimentos nacionais que avaliam, em regime de confinamento, a composição corporal e as exigências nutricionais de zebuínos, taurinos e seus cruzados. Nesses trabalhos demonstra-se que variações nas concentrações corporais de gordura, entre diferentes raças ou condições sexuais,

são acompanhadas, em sentido inverso, por variações nas concentrações corporais de minerais.

De um modo geral, neste trabalho foram observadas concentrações corporais de minerais relativamente altas e exigências líquidas relativamente baixas (Tabela 12), quando comparadas à literatura nacional consultada (FONTES, 1995; SILVA et al., 2002b). Provavelmente, essas discrepâncias estariam relacionadas a diferenças quanto ao sistema de produção (pasto × confinamento) e ao intervalo de peso avaliado neste trabalho, correspondente à fase de terminação, na qual as exigências líquidas de minerais tendem a serem menores.

Segundo Mcdowell (1996), animais a pasto apresentariam maiores concentrações corporais de minerais, tendo em vista a necessidade de uma estrutura óssea adequada às atividades físicas relacionadas ao pastejo. Além disso, o efeito diluente da deposição de gordura seria menos pronunciado em animais mantidos exclusivamente a pasto, em comparação a animais confinados recebendo dietas de alta densidade energética.

4.4 CRESCIMENTO ALOMÉTRICO DOS COMPONENTES CORPORAIS DE MISTIÇOS ½LIMOUSIN-NELORE

Na equação alométrica, diferenças entre as taxas de crescimento da parte (y) em relação ao todo (x) são evidenciadas quando $\gamma \neq 1$. No entanto, se na alometria o crescimento superior de ' y ' assume uma forma positiva ($\gamma > 1$), no contexto da curva sigmóide de crescimento (peso × idade) esta visão é inapropriada. Após o nascimento, e mesmo um pouco antes, a velocidade de crescimento do organismo tende a diminuir (GORE et al., 1994). Deste modo, partes do organismo com elevadas taxas de crescimento ($\gamma > 1$) após o nascimento são consideradas tardias em relação às partes que já desaceleraram seu crescimento ($\gamma < 1$), consideradas precoces. Quando $\gamma = 1$, o desenvolvimento é caracterizado como intermediário.

Neste trabalho, com relação aos componentes da carcaça, a gordura apresentou taxa de crescimento ($\hat{\gamma} = 1,43$) superior às do corpo vazio, carne magra e osso. A taxa de crescimento da carne magra ($\hat{\gamma} = 0,97$) não diferiu em relação ao corpo vazio. A taxa de crescimento do osso ($\hat{\gamma} = 0,92$) foi inferior à do corpo vazio, mas não diferiu da carne magra (Tabelas 13 e 14). Com base nesses padrões de crescimento, as deposições de gordura, carne magra e osso

seriam caracterizadas como, respectivamente, tardia, intermediária e precoce. Este resultado encontra amplo respaldo na literatura.

Tabela 13 – Estimativas dos parâmetros ($\hat{\alpha}$, $\hat{\gamma}$), e respectivos erros padrão, para as equações alométricas ajustadas ($\ln y = \ln \alpha + \gamma \times \ln x$)¹

$\ln y$	$\ln \hat{\alpha}$	$\hat{\gamma}$	r^2	$\ln y$	$\ln \hat{\alpha}$	$\hat{\gamma}$	r^2
PESO CORPORAL							
CVZ ²	-0,39 ± 0,12	1,04 ± 0,02	0,99	CAR ²	-1,00 ± 0,12	1,07 ± 0,03	0,99
CAR	-0,63 ± 0,08	1,03 ± 0,01	0,99	NC	-0,72 ± 0,13	0,94 ± 0,02	0,99
CARCAÇA							
CAN	-0,72 ± 0,07	0,97 ± 0,01	0,99	GOR	-4,77 ± 0,71	1,43 ± 0,12	0,93
OSS	-1,69 ± 0,39	0,92 ± 0,04	0,96	AOL	0,16 ± 0,53	0,69 ± 0,09	0,85
NÃO-CARCAÇA							
<i>Resíduo “Mole”</i>							
RM	-1,42 ± 0,28	0,98 ± 0,05	0,98	GOV	-8,25 ± 0,73	1,76 ± 0,13	0,96
<i>Órgãos</i>				<i>Trato Gastrointestinal</i>			
ORG	-1,10 ± 0,42	0,57 ± 0,07	0,86	TGI	0,03 ± 0,42	0,49 ± 0,07	0,83
<i>Resíduo “Duro”</i>							
RD	-0,74 ± 0,16	0,81 ± 0,03	0,99	COU	-2,62 ± 0,36	1,04 ± 0,06	0,97
CAB	-0,56 ± 0,42	0,54 ± 0,07	0,86	PES	-1,52 ± 0,24	0,63 ± 0,04	0,96

¹ Onde: variáveis dependentes ‘y’ (CVZ, corpo vazio; CAR, carcaça; CAN, carne magra; OSS, osso; GOR, gordura da carcaça; AOL, área de olho-de-lombo (cm²); NC, não-carcaça; RM, resíduo mole; ORG, órgãos; TGI, trato gastrintestinal; GOV, gordura visceral; RD, resíduo duro; CAB, cabeça; COU, couro; e PES, pés) e variável independente ‘x’ (PCVZ).

² Equação ajustada utilizando o peso vivo em jejum (PVJ) como variável independente (X)

Berg e Butterfield (1976) concluíram que do nascimento à maturidade a deposição de carne magra é proporcionalmente maior que a de osso; depois de alcançado determinado estágio de crescimento, a deposição de gordura passa a ser proporcionalmente maior que a de carne magra.

Ainda neste sentido, Waldman et al. (1971) acompanharam as mudanças na composição da carcaça em 171 novilhos distribuídos em seis pontos de abate. Após a fase inicial do

crescimento, a taxa de deposição de carne magra decresceu, mantendo-se estável ($\gamma = 1$); concomitantemente, houve uma aceleração na deposição de gordura ($\gamma \gg 1$) e um ligeiro decréscimo na deposição óssea ($\gamma < 1$). Apesar da similaridade quanto aos padrões de crescimento, os resultados de Waldman et al. (1971) indicam que a deposição de gordura na carcaça foi mais intensa que a observada no presente trabalho.

Tabela 14 – Comparação entre os coeficientes alométricos estimados ($\hat{\gamma}$) para os componentes corporais (y)^{1,2}

y		R	GOV	GOR	CAR	RM	CAN	NC	OSS	RD	ORG	TGI
	$\hat{\gamma}$	1	1,76	1,43	1,03	0,98	0,97	0,94	0,92	0,81	0,57	0,49
TGI	0,49	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Ns	--
ORG	0,57	*	*	*	*	*	*	*	*	*	--	
RD	0,81	*	*	*	*	Ns	*	*	*	--		
OSS	0,92	*	*	*	Ns	Ns	Ns	Ns	--			
NC	0,94	*	*	*	*	Ns	Ns	--				
CAN	0,97	Ns	*	*	Ns	Ns	--					
RM	0,98	Ns	*	*	Ns	--						
CAR	1,03	Ns	*	*	--							
GOR	1,43	*	Ns	--								
GOV	1,76	*	--									

¹Diferenças significativas (*) ou não-significativas (Ns) entre os valores estimados de β (coluna \times linha), com base na sobreposição dos intervalos de confiança [$\beta \pm (\text{erro padrão} \times t(5\%))$].

²onde: R, valor referência (1,00) para crescimento isogônico; TGI, trato gastrointestinal; ORG, órgãos; RD, resíduo duro; OSS, osso; NC, não-carcaça; CAN, carne magra; RM, resíduo mole; CAR, carcaça; GOR, gordura da carcaça; e GOV, gordura visceral.

As deposições de osso, carne magra e gordura ocorrem em uma seqüência preestabelecida, modificando gradualmente a proporção destes componentes na carcaça e definindo a maturidade do animal. Esta seqüência não pode ser alterada, porém, a maturidade em determinado peso (ou idade) pode variar em função, dentre outros fatores, do nível de alimentação do animal (BERG; WALTERS, 1983).

De fato, na literatura nacional consultada (JORGE et al., 2003; FERNANDES et al., 2005), a taxa de deposição de gordura na carcaça de animais confinados varia de 1,9 a 2,9,

aparentemente maiores, portanto, que o verificado neste trabalho ($\hat{\gamma} = 1,43$), em que os animais foram mantidos a pasto.

A deposição de gordura somente se intensificaria depois de supridas as exigências energéticas para as deposições de osso e carne magra. Em função dessa ordem na partição de energia, animais a pasto geralmente apresentariam menor proporção de gordura corporal, em mesmo peso, que animais confinados consumindo rações mais energéticas (OWENS, et al., 1993).

Neste trabalho, o crescimento da AOL foi isogônico (Tabela 13). A área de olho-de-lombo (AOL), além de ser um indicativo do grau de musculosidade da carcaça (proporção músculo:osso), é uma medida do desenvolvimento de uma área de grande valor comercial (músculo *Longissimus dorsi*). Ao relacionar a AOL (medida bidimensional - cm^2) ao PCVZ (tridimensional - kg), o crescimento isogônico é caracterizado quando $\gamma = 2/3 = 0,67$.

A taxa de crescimento do corpo vazio (CVZ), $\hat{\gamma} = 1,04$, não diferiu em relação ao peso em jejum (PVJ). A carcaça (CAR) apresentou crescimento isogônico ($\hat{\gamma} = 1,03$) em relação ao CVZ. A taxa de crescimento da CAR foi superior a não-carcaça (NC), que apresentou crescimento heterogônico negativo ($\hat{\gamma} = 0,94$) em relação ao CVZ (Tabelas 13 e 14).

Como resultado destes padrões de crescimento, a taxa de crescimento da CAR ($\hat{\gamma} = 1,07$) foi superior à do corpo vazio, indicando o incremento do rendimento de carcaça ($PCAR/PVJ$) com o aumento do PVJ. Os resultados acima permitem concluir que o rendimento de carcaça aumentou tanto em função da tendência de redução da proporção da digesta (conteúdo do TGI) no PVJ, quanto da diminuição da proporção dos componentes da não-carcaça no corpo vazio.

Neste trabalho, os órgãos (ORG - fígado, pulmões, rins, coração e baço) foram caracterizados como precoces ($\gamma < 1$) (Tabelas 13 e 14). A precocidade do desenvolvimento dos órgãos se justificaria em razão da importância dos mesmos na manutenção da vida. Avaliando as mudanças dos órgãos de fetos e bovinos recém-nascidos, Gore et al. (1994) verificaram crescimento acelerado ($\gamma > 1$) até 200 dias após a concepção, ocorrendo em seguida um decréscimo na taxa de crescimento. Como resultado, considerando todo o intervalo estudado (100 dias após a concepção até 30 dias após o nascimento) o crescimento dos órgãos foi isogônico ($\gamma = 1$).

De modo semelhante aos órgãos, o trato gastrointestinal (TGI - rúmen-retículo, omaso, abomaso e intestinos delgado e grosso) foi caracterizado como precoce ($\gamma < 1$) (Tabelas 13 e 14). No entanto, diferentemente dos órgãos, o TGI apresenta as maiores taxas de crescimento

após o nascimento do animal. Trabalhando com bezerros do nascimento aos 110 dias de idade (cerca de 90 kg de PVJ), Carvalho et al. (2003) relataram taxas aceleradas de crescimento do TGI, particularmente do rúmen-retículo, que quintuplicou de peso nos primeiros 50 dias de vida. O crescimento decresceu ligeiramente, mas continuou heterogônico positivo ($\gamma > 1$) até os 110 dias de idade.

É importante ressaltar que no trabalho conduzido por Carvalho et al. (2003) foram utilizados bezerros leiteiros confinados e desmamados precocemente, recebendo feno a partir da segunda semana de vida. Isto possivelmente antecipou o desenvolvimento do TGI em comparação com animais desmamados naturalmente a pasto.

De acordo com Di Marco (1994), o couro, a cabeça e os pés representariam o ‘resíduo duro’ do animal, enquanto o restante da não-carcaça (TGI, órgãos, gordura visceral, etc.) constituiria o ‘resíduo mole’. Neste trabalho, o resíduo mole apresentou crescimento intermediário ($\hat{\gamma} = 0,98$), enquanto o resíduo duro foi precoce ($\hat{\gamma} = 0,81$) (Tabelas 13 e 14). Apesar de incluir componentes precoces como o TGI e os órgãos, o resíduo mole também contém a gordura visceral (GOV), que apresentou crescimento tardio ($\hat{\gamma} = 1,76$) em relação a todos os componentes corporais, com exceção da gordura da carcaça (GOC) (Tabelas 13 e 14).

Taxas elevadas de deposição de GOV também foram relatadas por Fernandes et al. (2005). Entretanto, os autores encontraram valores de γ mais elevados (média de 2,2), o que poderia ser atribuído a dois fatores: a utilização de mestiços leiteiros, que apresentariam maior proporção de gordura visceral no corpo vazio (DI MARCO, 1994); e o fornecimento de ração com alta densidade de energia metabolizável (2,5 Mcal/kg MS).

Segundo Cianzio et al. (1982) e Berg e Walters (1983), em animais em crescimento as deposições das gorduras omental e mesentérica (GOV) ocorreriam em taxas similares às deposições na carcaça das gorduras intermuscular e subcutânea (GOR), concordando com os resultados observados neste trabalho (Tabela 14).

Assim, como resultado importante da estreita relação entre as taxas de crescimento das gorduras visceral e da carcaça, o acabamento da carcaça do animal seria acompanhado pelo acréscimo de gordura visceral, resíduo de baixo valor comercial e alto valor energético, cuja deposição repercute negativamente sobre a eficiência alimentar (CIANZIO et al., 1982).

Dos componentes do resíduo duro, o couro teve crescimento intermediário, enquanto a cabeça e os pés apresentaram desenvolvimento precoce (Tabela 13). Segundo Berg e Walters (1983), a onda de crescimento teria início na cabeça, propagando-se ao longo do tronco do

animal em direção à cauda; secundariamente, outra onda de crescimento começaria nos pés em direção ao tronco. O encontro destas ondas resultaria no crescimento tardio, mas extenso, da região pélvica.

Segundo Huxley (1932), o parâmetro α da equação alométrica não possuiria significado biológico, sendo apenas o valor de y quando $x=1$. Este conceito é amplamente aceito no estudo da alometria ontogenética. Por outro lado, na alometria filogenética, o intercepto ocupa papel de destaque na interpretação dos resultados (GAYON, 2000).

Do ponto de vista estatístico, $[\alpha]$ representa o valor médio do quociente y/x para todos os indivíduos observados (GAYON, 2000). Deste modo, o valor de α seria um indicativo da magnitude de x . Por exemplo, comparando-se as equações ajustadas para a deposição de carne magra e osso verificou-se que $\hat{\gamma}_{CAN} = \hat{\gamma}_{OSS}$ e $\hat{\alpha}_{CAN} > \hat{\alpha}_{OSS}$ (Tabelas 13 e 14). Neste caso, o valor superior de $\hat{\alpha}_{CAN}$ indicaria que a proporção corporal (%PCVZ) de carne magra foi superior à do osso durante o crescimento do animal. É válido ressaltar que somente poderiam ser comparados os interceptos com mesma unidade de medida. Ainda nesse sentido, o elevado valor do intercepto obtido para o TGI ($\ln \hat{\alpha} = 0,03 \therefore \hat{\alpha} = 1,03$) seria reflexo do intenso desenvolvimento dos componentes do TGI, particularmente do retículo-rúmen, durante a fase inicial da vida (CARVALHO et al., 2003).

Entretanto, não seria simples identificar tendências atribuindo significados distintos para cada parâmetro; neste trabalho, as análises estatísticas mostraram que os parâmetros α e γ foram altamente correlacionados entre si ($r \approx -1,0$). Isto explicaria o antagonismo aparente entre os valores de α e γ observado neste trabalho (Tabela 13). Em geral, componentes com alto γ ($\gg 1$) apresentaram baixo α ($\ll 0,5$), como as gorduras; ao contrário, com a redução de γ , o valor de α tendeu a aumentar (p.ex. o TGI). Segundo Kidwell et al. (1952), a alta correlação negativa entre α e γ seria condição necessária para o ajuste da equação, sugerindo que α e γ são medidas do mesmo fenômeno biológico.

4.5 DESEMPENHO ANIMAL E CARACTERÍSTICAS DA PASTAGEM

A biomassa de forragem pré-pastejo (BT), a altura do pasto (ALT), a altura residual (ALTR), o teor de FDN da lâmina foliar pré-pastejo e a eficiência de pastejo (EFIC) aumentaram no decorrer dos ciclos de pastejo. Por outro lado, houve uma redução na densidade volumétrica de folhas (DVF), na densidade volumétrica de folhas residual (DVFR), na proporção de folhas pré-pastejo (FOL) e no teor de PB da lâmina foliar pré-pastejo (Tabela 15).

Não foi verificado efeito de ciclo de pastejo sobre as biomassas residual (BR), foliar (BF) e foliar residual (BFR), a taxa de lotação (TL), a densidade volumétrica da forragem (DV), a biomassa de perdas de forragem (BP) e as proporções de folha no resíduo (FOLR) e nas perdas (FOLP) (Tabela 15).

Os resultados configuram um padrão de queda gradual da qualidade da pastagem, tanto bromatológica quanto estrutural, com o decorrer dos ciclos de pastejo.

A biomassa de forragem residual (BR) apresentou valores superiores aos recomendados na literatura para a manutenção de uma relação folha/colmo adequada. Em revisão sobre o assunto, Hodgson e Silva (2002) sugeriram que em pastagens de *Panicum maximum* a biomassa verde residual seja mantida entre 2000 a 2500 kg MS/ha, com uma altura residual ao redor de 30 cm. Neste trabalho, considerando que a proporção média de material morto na BR foi de $0,13 \pm 0,01$, o valor médio da biomassa verde residual foi de 4345 kg MS/ha, enquanto a altura residual (ALTR) média verificada foi de 82 cm (Tabela 15). Os valores relativamente elevados para BR e ALTR verificados neste trabalho refletem principalmente a moderada intensidade de pastejo, expressa na taxa de lotação (TL) média de 3,2 UA/ha, resultante da elevada oferta de BF aos animais (8 kg MS/100 de PV). A baixa intensidade de pastejo provavelmente favoreceu a alongação dos colmos nas pastagens, que resultou no aumento da altura do pasto (ALT) e na redução da proporção de folhas (FOL) com o decorrer dos ciclos de pastejo. A combinação desses dois fatores conduziu à redução da densidade da biomassa de folhas (DVF), principal componente estrutural associado ao consumo animal em pastagens tropicais (GOMIDE; GOMIDE, 2001).

É relevante ressaltar que já no início do período experimental a pastagem apresentava variações marcantes em sua estrutura horizontal, principalmente em razão do replantio recente e da não homogeneização da pastagem antes do início do período experimental. Segundo Carvalho et al. (2001), os animais demonstram preferência por determinados locais da

pastagem em detrimento a outros; pontos em que a vegetação é baixa e com elevada densidade de biomassa de folhas verdes são mais pastejados pelos animais, em comparação a locais de maior altura e menor proporção de folhas. Conforme a pastagem vai sendo utilizada,

Tabela 15 – Características estruturais e químicas da pastagem em cada ciclo de pastejo

Variável ¹	Média ± EP	CICLOS DE PASTEJO ²				P > F ³
		1°	2°	3°	4°	
BT (kg/ha)	7157 ± 432	5586c	6519bc	7666ab	8854a	0,003
BR (kg/ha)	4994 ± 258	4307a	4941a	5390a	5336a	0,197
BF (kg/ha)	2994 ± 156	2839a	2840a	3300a	2997a	0,443
BFR (kg/ha)	1816 ± 99	1528a	1881a	2037a	1819a	0,183
TL (UA/ha)	3,2 ± 0,1	3,0a	2,9a	3,6a	3,2a	0,067
DV (kg/cm/ha)	80 ± 3,6	67,8a	91,6a	82,7a	80,0a	0,072
DVF (kg/cm/ha)	34 ± 1,6	34ab	40ab	35ab	27b	0,040
DVFR (kg/cm/ha)	22,6 ± 1,1	21ab	27a	23ab	18b	0,026
ALT (cm)	110 ± 4,5	101bc	94c	113b	132a	0,001
ALTR (cm)	82 ± 4,4	73b	71b	88ab	97a	0,023
FOL	0,42 ± 0,02	0,50a	0,43ab	0,42b	0,34c	0,001
FOLR	0,37 ± 0,01	0,36a	0,38a	0,38a	0,34a	0,232
FOLP	0,55 ± 0,02	0,54a	0,64a	0,50a	0,51a	0,099
BP (% BT)	4,8 ± 0,7	5,7a	4,2a	6,4a	2,9a	0,156
BP (kg/UA/ha)	106 ± 18	85a	87a	174a	79a	0,109
EFIC	0,23 ± 0,03	0,16b	0,20b	0,22b	0,35a	0,009
PB (%MS)	12,1 ± 0,11	12,8a	12,0ab	11,8b	11,6b	0,023
FDN (%MS)	70,9 ± 0,36	69,9b	69,4b	70,4ab	73,9a	0,034

¹ em que: erro padrão da média (EP), biomassas de forragem pré-pastejo (BT), residual (BR), de folha verde (BF), de folha verde residual (BFR), de perdas de forragem (BP) e de perdas de folha (BPF); densidades volumétricas da forragem (DV), de folha verde residual (DVR) e de folha verde (DVF); Alturas do pasto (ALT) e residual (ALTR); proporção foliar na BT (FOL), na BR (FOLR) e na BP (FOLP); Eficiência de pastejo (EFIC); teores de PB e FDN nas lâminas foliares pré-pastejo; e taxa de lotação (TL).

² Médias com letras diferentes nas linhas são diferentes pelo teste de Tukey (5%)

³ Efeito de ciclo de pastejo (teste F)

os animais tendem a aprofundar as diferenças iniciais, principalmente quando a seletividade é favorecida por uma elevada oferta de forragem, como a adotada neste trabalho (BAUMONT et al., 2004).

Em contrapartida, o período de descanso adotado neste trabalho, relativamente baixo (24 dias), provavelmente contribuiu para a manutenção de uma oferta satisfatória de folhas verdes até o final do período experimental (CÂNDIDO et al., 2005). Neste sentido, não foi verificado visualmente em nenhum ciclo de pastejo a presença de colmos fragmentados por ação animal nas amostras de biomassa residual de forragem, sugerindo o consumo principalmente de folhas pelos novilhos.

Apesar da necessidade do manejo da pastagem garantir a persistência e a produtividade da forrageira, o desempenho animal não pode ser relegado ao segundo plano (BRAGA et al., 2007), particularmente no caso de bovinos em terminação, que apresentam elevada exigência energética para manutenção e ganho de peso.

Não houve diferenças entre os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (DMS) e da proteína bruta (DPB) para nelores e mestiços. A DMS não diferiu entre os níveis de alimentação, enquanto a DPB foi maior para os animais restritos. Não houve efeito de interação do grupo genético \times nível de alimentação sobre a digestibilidade (Tabela 16).

Segundo o ARC (1980), o aumento do nível de consumo alimentar, uma fonte de variação associada ao animal, resultaria na diminuição da digestibilidade aparente da dieta. A associação negativa entre o consumo e a digestibilidade estaria relacionada à taxa de passagem dos resíduos alimentares indigeridos através do trato gastrointestinal (MERTENS; ELY, 1979). No entanto, neste trabalho a digestibilidade da matéria seca não diferiu entre os níveis de alimentação.

Neste sentido, o NRC (2001) não reconhece o efeito depressivo do consumo sobre a digestibilidade em dietas com DMS inferior a 0,60. Isto explicaria a ausência do efeito de nível alimentar verificado neste trabalho, uma vez que em média a DMS foi ligeiramente inferior a 0,60 (Tabela 16). De fato, em dietas de baixa digestibilidade não são esperados valores elevados de consumo (VAN SOEST, 1994).

Houve efeito de interação grupo genético \times nível de alimentação sobre os consumos de matéria seca (CMS e CPV), energia (CEM) e proteína bruta (CPB). Enquanto no nível de alimentação *ad libitum* não houve diferença entre os grupos genéticos, no nível restrito os mestiços apresentaram maiores valores de consumo que os nelores. Os animais *ad libitum* apresentaram maior consumo que os restritos (Tabela 17).

Trabalhando com novilhos nelores em pastagens cultivadas com três cultivares de *Panicum*, Brâncio et al. (2003) verificaram consumos variando entre 1,9 a 3,4 % do peso vivo (PV), dependendo da época do ano avaliada. Palieraqui et al. (2006) observaram para novilhos mestiços - em pastagens de capim-elefante e capim-mombaça, na ausência e presença de irrigação - variações no consumo entre 2,9 a 3,3% do PV. Valores menores de

Tabela 16 – Valores médios de digestibilidade, e respectivos erros padrão, para novilhos nelores e mestiços em dois níveis de alimentação^{1,2}

Nível de Alimentação	Grupo Genético		Média
	Mestiço	Nelore	
	DMS		
<i>Ad Libitum</i>	0,59 ± 0,02	0,57 ± 0,02	0,58 ± 0,01 a
Restrito	0,62 ± 0,02	0,58 ± 0,02	0,60 ± 0,01 a
Média	0,60 ± 0,01 A	0,58 ± 0,01 A	
	DPB		
<i>Ad Libitum</i>	0,60 ± 0,02	0,60 ± 0,02	0,60 ± 0,01 b
Restrito	0,65 ± 0,02	0,64 ± 0,02	0,64 ± 0,01 a
Média	0,62 ± 0,01 A	0,62 ± 0,01 A	

¹Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes nas linhas e minúsculas nas colunas são diferentes pelo teste *t*

²Onde: DMS, digestibilidade da MS; DPB, digestibilidade da PB

consumo foram obtidos por Cândido et al. (2005) em pastagens de capim-mombaça, variando entre 1,7 a 1,9% do PV.

Além de diferenças na metodologia empregada na estimação do consumo, a grande variação na literatura é explicada pela diversidade de fatores que influenciam o consumo a pasto, como o animal (genótipo e estágio fisiológico), composição da forragem, estrutura da pastagem, ambiente, entre outros (GOMIDE; GOMIDE, 2001; VAN SOEST, 1994).

Corroborando com as observações de Ribeiro et al. (2008), foi verificado neste trabalho valores elevados para o consumo de proteína bruta (Tabela 17), aparentemente muito

Tabela 17 – Valores médios diários de consumo, e respectivos erros padrão, para novilhos nelores e mestiços em dois níveis de alimentação^{1,2}

Nível de Alimentação	Grupo Genético		Média
	Mestiço	Nelore	
	CMS (kg/d)		
<i>Ad Libitum</i>	11,7 ± 0,68 Aa	10,7 ± 0,68 Aa	11,2 ± 0,48
Restrito	6,7 ± 0,68 Ab	4,8 ± 0,68 Bb	5,8 ± 0,48
Média	9,2 ± 0,48	7,8 ± 0,48	
	CEM (Mcal/d)		
<i>Ad Libitum</i>	23,2 ± 1,24 Aa	20,7 ± 1,24 Aa	21,9 ± 0,87
Restrito	13,9 ± 1,24 Ab	9,5 ± 1,24 Bb	11,7 ± 0,87
Média	18,6 ± 0,87	15,1 ± 0,87	
	CPB (kg/d)		
<i>Ad Libitum</i>	1,3 ± 0,08 Aa	1,2 ± 0,08 Aa	1,2 ± 0,05
Restrito	0,8 ± 0,08 Ab	0,5 ± 0,08 Bb	0,7 ± 0,05
Média	1,1 ± 0,05	0,9 ± 0,05	
	CPV (CMS %PV)		
<i>Ad Libitum</i>	2,5 ± 0,12 Aa	2,4 ± 0,12 Aa	2,4 ± 0,03
Restrito	1,5 ± 0,12 Ab	1,1 ± 0,12 Bb	1,3 ± 0,03
Média	2,0 ± 0,03	1,7 ± 0,03	

¹Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes nas linhas e minúsculas nas colunas são diferentes pelo teste *t*

²Onde: CMS e CPV, consumo de MS; CEM, consumo de energia metabolizável; CPB, consumo de PB

superiores às exigências dos animais (NRC, 2000). Os resultados confirmam que suplementos energéticos e/ou protéicos devem ser utilizados criteriosamente, com base na composição bromatológica da pastagem. Com relação ao nível de alimentação, Erbesdobler et al. (2002) compararam o consumo de animais restritos (4 horas) e *ad libitum* em pastagens de capim-

elefante. Segundo os autores, a relação entre o consumo dos animais restritos e *ad libitum* foi de aproximadamente 0,60; valor próximo ao observado neste trabalho (0,52).

Houve efeito de interação grupo genético \times nível de alimentação sobre os ganhos de peso vivo (GPV), peso vivo em jejum (GPVJ) e peso de corpo vazio (GPCVZ). Enquanto no nível de alimentação *ad libitum* não houve diferença entre os grupos genéticos, no nível restrito os mestiços apresentaram maiores valores de ganhos de peso que os nelores.

Os mestiços apresentaram ganho de carcaça (GPCAR) superior aos nelores nos dois níveis de alimentação. Os animais *ad libitum* apresentaram maior ganho de peso e carcaça que os restritos (Tabela 18).

De um modo geral, o ganho de peso dos animais refletiu o padrão verificado para o consumo alimentar (Tabela 19). A princípio, o desempenho superior dos mestiços no nível de alimentação restrito não corroboraria com a hipótese de que em ambientes nutricionalmente limitantes o desempenho de animais de maior potencial pode se igualar, ou mesmo ser inferior, ao de animais de menor potencial (JENKINS; FERRELL, 1994).

No entanto, provavelmente o menor desempenho dos nelores restritos estaria relacionado ao temperamento dos animais. Animais zebuínos apresentariam comportamento mais agitado que taurinos, sendo mais propensos ao estresse em resposta ao manejo e ao ambiente, o quê repercutiria negativamente sobre o ganho de peso (SILVEIRA et al., 2006). Neste trabalho, a limitação do tempo de pastejo implicou no manejo intenso dos animais restritos; diariamente, duas vezes ao dia, os animais foram conduzidos no trajeto (100 m) entre as baias e os piquetes, além das manobras referentes à entrada e saída das baias e piquetes. Os animais foram manejados racionalmente; sem pressa, gritos ou uso de bastões com pontas afiadas (aguilhadas). Ainda assim, esse manejo *per se* constituiria um estímulo potencialmente estressante para animais geneticamente mais susceptíveis (SILVEIRA et al., 2006).

O maior ganho de carcaça dos animais mestiços possivelmente está relacionado a diferenças na maturidade fisiológica entre os grupos genéticos. Neste trabalho, considerando o grupo *ad libitum*, as proporções de gordura no GPCVZ dos animais durante o período experimental foram de 0,65 (nelores) e 0,51 (mestiços). Quanto maior a proporção de gordura no ganho, maior a maturidade e menor a conversão alimentar do animal (NRC, 2000); isto explicaria a tendência ($P < 0,10$) verificada neste trabalho de menor GPCVZ para os nelores. Por outro lado, os mestiços seriam mais tardios, com maior potencial para crescimento, apresentando uma taxa de crescimento muscular mais intensa - expressa no GPCAR superior.

Tabela 18 – Valores médios diários de ganhos de peso, e respectivos erros padrão, de novilhos nelores e mestiços em dois níveis de alimentação^{1,2}

Nível de Alimentação	Grupo Genético		Média
	Mestiço	Nelore	
	GPV (kg/d)		
<i>Ad Libitum</i>	0,60 ± 0,06 Aa	0,57 ± 0,06 Aa	0,58 ± 0,02
Restrito	0,30 ± 0,06 Ab	0,01 ± 0,06 Bb	0,15 ± 0,02
Média	0,45 ± 0,04	0,29 ± 0,04	
	GPVJ (kg/d)		
<i>Ad Libitum</i>	0,68 ± 0,05 Aa	0,59 ± 0,05 Aa	0,64 ± 0,02
Restrito	0,33 ± 0,05 Ab	0,12 ± 0,05 Bb	0,23 ± 0,02
Média	0,51 ± 0,02	0,36 ± 0,02	
	GPCVZ (kg/d)		
<i>Ad Libitum</i>	0,64 ± 0,05 Aa	0,50 ± 0,05 Aa	0,57 ± 0,01
Restrito	0,20 ± 0,05 Ab	0,04 ± 0,05 Bb	0,12 ± 0,01
Média	0,42 ± 0,01	0,27 ± 0,01	
	GPCAR (kg/d)		
<i>Ad Libitum</i>	0,49 ± 0,05	0,33 ± 0,05	0,41 ± 0,01 a
Restrito	0,19 ± 0,05	0,04 ± 0,05	0,12 ± 0,01 b
Média	0,34 ± 0,01 A	0,19 ± 0,03 B	

¹Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes nas linhas e minúsculas nas colunas são diferentes pelo teste *t*

²Onde: GPV, ganho de peso vivo; GPVJ, ganho de peso vivo em jejum; GPCVZ, ganho de peso de corpo vazio; GPCAR, ganho de peso de carcaça

O ganho de peso verificado neste trabalho para os animais *ad libitum* foi relativamente alto para bovinos a pasto, tendo em vista as exigências energéticas dos animais na fase de terminação. Considerando o valor de EL_m e as equações de predição das exigências líquidas de energia obtidas neste trabalho, as exigências energéticas dos animais experimentais são

44% superiores às de um novilho de 300 kg PV com o mesmo ganho de peso. Tendo como base os animais *ad libitum*, a produtividade animal obtida durante o período experimental (104 dias) foi de 208 kg de PVJ/ha ou 12,3 arrobas de carcaça/ha.

5 CONCLUSÕES

A exigência e a eficiência de utilização da energia para manutenção não diferem entre nelores e mestiços.

Nelores depositam mais energia que mestiços, utilizando com mais eficiência a energia metabolizável para o ganho.

Os mestiços são superiores aos nelores quanto à qualidade da carne.

Mestiços apresentam maiores exigências líquidas de Ca e P para ganho; nelores e mestiços não diferem quanto às exigências líquidas de Mg, Na e K.

Em novilhos, os órgãos internos e os ossos desenvolvem-se precocemente, o crescimento muscular é intermediário e a deposição de gordura tardia.

A qualidade da pastagem declina com a sucessão dos ciclos de pastejo.

Mestiços apresentam maior potencial de produção de carne que nelores.

É possível obter carcaças bem acabadas em pastagens tropicais com oferta adequada de folhas.

REFERÊNCIAS

AGNEW, R. E.; YAN, T. Impact of recent research on energy feeding systems for dairy cattle. **Livestock Production Science**, v.66, p.197-215, 2000.

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. **Energy and protein requirement of ruminantes**. Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureaux International, 1993. 159p.

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. Technical committee on responses to nutrients, Report 6. A reappraisal of the calcium and phosphorous requirements of sheep and cattle. **Nutrition Abstract Review**, v.61, p.576-612, 1991.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirements of ruminants**. London:1980. 351p.

ALEXANDRINO, E. et al. Período de descanso, características estruturais do dossel e ganho de peso vivo de novilhos em pastagem de capim-mombaça sob lotação intermitente. **Revista Brasileira Zootecnia**. v.34, p.2174-2184, 2005.

ARAÚJO, G. G. L. et al. Eficiência de utilização da energia metabolizável, para manutenção e ganho de peso, e exigências de energia metabolizável e nutrientes digestíveis totais de bezerros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de volumoso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p.1031-1036, 1998.

BACKES, A. A. et al. Composição corporal e exigências energéticas e protéicas de bovinos mestiços leiteiros e zebu, castrados, em regime de recria e engorda. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.257-267, 2005.

BARBER, K.A. et al. Charolais and Angus steers slaughtered at equal percentages of mature cow weight. II. Empty body composition, energetic efficiency an comparison of compositionally similar body weights. **Journal of Animal Science**, v.53, p.766-906, 1981.

BAUMONT, R.; COHEN-SALMON, D.; PRACHE, S. A mechanistic model of intake and grazing behaviour in sheep integrating sward architecture and animal decisions. **Animal Feed Science and Technology**, v.112, p.5-28, 2004.

BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. **New concepts of cattle growth**. New York: Sydney University, 1976. 240p.

BERG, R.T.; WALTERS, L. E. The meat animal: changes and challenges. **Journal of Animal Science**, v.57, p.133-146, 1983.

BIANCHINI, W. et al. Efeito do grupo genético sobre as características de carcaça e maciez da carne fresca e maturada de bovinos superprecoces. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.2109-2117, 2007 (supl).

BRAGA, G.J. et al. Eficiência de pastejo de capim-marandu submetido a diferentes ofertas de forragem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.1641-1649, 2007.

BRÂNCIO, P. A. et al. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* jacq. sob pastejo: composição da dieta, consumo de matéria seca e ganho de peso animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1037-1044, 2003.

BUCHANAN, D.S.; DOLEZAL, S.L. Breeds of cattle. In: FRIES, R.; RUVINSKY, A. (Ed.) **The genetics of cattle**. 1.ed. New York: CAB International: 1999. p.667-695.

CÂNDIDO, M.J.D. et al. Período de descanso, valor nutritivo e desempenho animal em pastagem de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, p.1459-1467, 2005.

CARVALHO, P.A. et al. Componentes do peso vivo e órgãos viscerais de bezerros machos de origem leiteira ao nascimento, 50 e 110 dias de vida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1469-1475, 2003.

CARVALHO, P.C.F. et al. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: A PRODUÇÃO ANIMAL NA VISÃO DOS BRASILEIROS, Piracicaba, 2001, **Anais...**Piracicaba: FEALQ, 2001. p.853-871.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - CFSEMG. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais; 5ª aproximação**. Lavras: CFSEMG, 1999. 359p.

CIANZIO, D.S. et al. Adipose tissue growth in cattle representing two frame sizes: distribution among depots. **Journal of Animal Science**, v.55, p.305-312, 1982.

COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION – CSIRO. **Feeding standards for Australian livestock-ruminants**. Victoria: Australia Agricultural Council, 1990. 266p.

DI MARCO, O.N. Crescimento y respuesta animal. Balcarce: Asociación Argentina de Produccion Animal, 1994. 129p.

DICOSTANZO, A. et al. Within-herd variation in energy utilization for maintenance and gain in beef cows. **Journal Animal Science**, v.68, p.2156-2165, 1990.

ERBESDOBLER, E.D. et al. Avaliação do consumo e ganho de peso de novilhos em pastejo rotacionado de capim-elefante (*Penisetum purpureum*, Schum.) cv. Napier, na estação chuvosa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p. 2123-2128. 2002.

FELÍCIO, P.E. Fatores ante e post mortem que influenciam na qualidade da carne bovina. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Eds.) **Produção do novilho de corte**. Piracicaba: Fundação de Estudos agrários “Luis de Queiroz”, 1997. p.79-97.

FERNANDES, H.J. et al. Crescimento de componentes corporais de três grupos genéticos nas fases de recria e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.288-296, 2005.

FERRELL, C. L. ; JENKINS, T. G. Body composition and energy utilization by steers of diverse genotypes fed a high-concentrate diet during the finishing period: I. Angus, Belgian Blue, Hereford, and Piemontese sires. **Journal of Animal Science**, v.76, p.637-646, 1998a.

FERRELL, C. L. ; JENKINS, T. G. Body composition and energy utilization by steers of diverse genotypes fed a high-concentrate diet during the finishing period: II. Angus, Boran, Brahman, Hereford, and Tuli sires. **Journal of Animal Science**, v.76, p.647-657, 1998b.

FERRELL, C. L. ; JENKINS, T. G. **Efficiency of cows of different size and milk production potencial**. In: USDA, ARS, Germplasm Evaluation Program Progress, 1982, p.12-24 (Report nº 10).

FONTES, C. A. A. et al. Conteúdo de energia líquida para manutenção e ganho do capim-elefante e mudanças na composição corporal de novilhos em pastejo, durante a estação chuvosa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1711-1720, 2005b.

FONTES, C. A. A. et al. Conteúdo de energia líquida para manutenção e ganho do capim-elefante e mudanças na composição corporal de novilhos em pastejo, durante a estação chuvosa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1711-1720, 2005a.

FONTES, C.A.A. Composição corporal, exigências líquidas de nutrientes para ganho de peso e desempenho produtivo de animais zebuinos e mestiços europeu - zebu. Resultados experimentais. In: PEREIRA, J.C. (Ed). SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, VIÇOSA, MG. **Anais...** Viçosa, MG: JARD, p.419-455, 1995.

FONTES, C.A.A. et al. Avaliação do ganho compensatório em novilhos mestiços Holandês-Gir: consumo e desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.698-708, 2007.

FORBES, T.D.A. Researching thre plant-animal interface: the investigation of ingestive behavior in grazing animals. **Journal of Animal Science**, v.66, p.2369-2379, 1988.

FORTIN, A. et al. Effect of level of energy intake and influence of breed and sex on the chemical composition of cattle. **Journal of Animal Science**, Vol. 51, n.3, p.604-614, 1980.

FOX, D.G.; BLACK, J.R. A system for predicting body composition and performance of growing cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, p.725-739, 1984.

FOX, D.G. et al. The Cornell Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. **Animal Feed Science and Technology**, v.112, p.29-78, 2004.

FREITAS, J.A. et al. Composição corporal e exigências de energia de manutenção em bovinos Nelore, puros mestiços, em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.878-885, 2006.

GARRETT, R. P. et al. Body composition of lambs receiving 30 or 60 days of exercise training and (or) fenoterol treatment. **Meat Science**, v.52, p.235-246, 1999.

GARRETT, W.N. Factors influencing energetic efficiency of beef production. **Journal of Animal Science**, v.51, p.1034-1440, 1980.

GAYON, J. History of concept of allometry. **American Zoology**, v.40, p.748-758, 2000.

GEAY, Y. Energy and protein utilization in growing cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, p.766-778, 1984.

GESUALDI JR, A. et al. Validação dos sistemas viçosa, CNCPS e NRC para formulação de dietas para bovinos nelore e caracu, não-castrados, selecionados em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.997-1005, 2005.

GOMIDE, J.A.; GOMIDE, C.A.M. Utilização e manejo de pastagens. In: A PRODUÇÃO ANIMAL NA VISÃO DOS BRASILEIROS, Piracicaba, 2001, **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p.808-825.

GORE, M.T. et al. Growth and development of bovine fetuses and neonates representing three genotypes. *Journal of Animal Science*, v.72, p.2307-2318, 1994.

GOULART, R.S. et al. Composição corporal e exigências líquidas de proteína e energia de bovinos de quatro grupos genéticos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.926-935, 2008.

HANKINS, O.G.; HOWE, P.E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts.** Washington, D.C., 1946. (Tech. Bulletin – USDA, 926).

HART, R. H. et al. Grazing systems, pasture size, and cattle grazing behavior, distribution and gains. **Journal of Range Management**, v.46, p.61-67, 1993.

HATA, H. et al. Effects of grazing on deposition of chemical body components, energy retention and plasma hormones in steers. **Animal Science Journal**, v.76, p.225-236, 2005.

HENRIQUE, D.S. et al. Estimation of the total efficiency of metabolizable energy utilization for maintenance and growth by cattle in tropical conditions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1006-1016, 2005.

HODGSON, J. the control of herbage intake in the grazing ruminant. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.44, p.339-346, 1985.

HODGSON, J.; SILVA, S.C. Options in tropical pasture management. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. p.180-202.

HUXLEY, J.S. 1932. **Problems of relative growth.** London:Methuen. 577p.

JENKINS, T.G.; FERREL, C.L. Productivity through weaning of nine breeds of cattle under varying feed availabilities: I. Initial evaluation. **Journal of Animal Science**, v.57, p.2787-2797, 1994.

JOHNSON, D.E.; KRISTEN, J.A.; BALDWIN, R. L. Changes in liver and gastrointestinal tract energy demands in response to physiological workload in ruminants. **Journal of Nutrition**, v.120, p.649-655, 1990.

JORGE, A.M. et al. Crescimento relativo e composição do ganho de tecidos da carcaça de zebuínos de quatro raças. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, p.986-991, 2003.

KIDWELL, J.F. et al. A genetic investigation of allometric growth in Hereford cattle. **Genetics**, v.37, p.158-174, 1952.

KOCK, S.W.; PRESTON, R.L. Estimation of bovine carcass composition by the urea dilution technique. **Journal of Animal Science**, v.48, p.319-327, 1979.

LAWRENCE, T. L. J.; FOWLER, V. R. **Growth of farm animals** . 2.ed. New York: CAB International: 1997. 330p.

LOFGREEN, G.P.; GARRETT, W.N. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.27, p.793-806, 1968.

MANDELL, I.B. et al. Effects of gender and breed on carcass traits, chemical composition and palatability attributes in Hereford and Simmental bulls and steers. **Livestock Production Science**, v.49, p.235-248, 1997.

MARTIN, P.C.; GARCIA, R. Growth of 3/4 zebu 1/4 Holstein males under grazing. Energy balance and maintenance requirement. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v.29, p.305-310, 1995.

MCCLURE, K.E ; SOLOMON, M. B. ; PARRET, N. A. et al. Growth and tissue accretion of fed concentrate in drylot, grazed on alfafa or ryegrass at weaning, or after backgrounding ryegrass. **Journal of Animal Science**, v.73, p.3437-3444, 1995.

MCCRACKEN, K. J. Merits of empirical and mechanistic approaches to the study of energy metabolism. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.51, p.125-133, 1992.

MCDOWEEL, L. R. Feeding minerals to cattle on pasture. **Animal Feed Science and Technology**, v.60, p.247-271, 1996.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techniques**. CRC Press, Boca Raton, 387 p, 1999.

MERTENS, D.R.; ELY, L.O. A dynamic model of fiber digestion and passage in the ruminant for evaluating forage quality. **Journal Animal Science**, v.49, p.1085-1095, 1979.

MURPHY, T. A. et al. Effects of grain or pasture finishing systems on carcass composition and tissue accretion rates of lambs. **Journal of Animal Science**, v.72, p.3138-3144, 1994.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirement of beef cattle**. 7.ed. update. Washington, D.C.: National Academy Press, 2000. 247p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7ed. Washington: National Academy Press, 2001. 381p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutritional energetic of domestic animals & Glossary of energy terms**. 2.ed. Washington: National Academy Press, 1981. 54p.

OSUJI, P. O. The physiology of eating and the energy expenditure of the ruminant at pasture. **Journal of Range Management**, v.27, n.6, p.437-433, 1974.

OWENS, F. N. ; DUBESKI, P. ; HANSON, C. F. Factors that the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, v.71, p.3138-3150, 1993.

OWENS, F. N. et al. Review of aspects of growth and development of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, p.3152-3172, 1995.

PALIERAQUI, J.G.B. et al. Influência da irrigação sobre a disponibilidade, a composição química, a digestibilidade e o consumo dos capins mombaça e napier. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.35, p.2381-2387, 2006.

PAULINO, M. F. et al. Composição corporal e exigências de macromelementos minerais (ca, p, mg, na e k) de bovinos não-castrados de quatro raças zebuínas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.634-641, 1999a.

PAULINO, M. F. et al. Exigências de energia para manutenção de bovinos zebuínos não-castrados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.621-626, 1999b.

PEDREIRA, C.G.S. et al. Forage yield and grazing efficiency on rotationally stocked pastures of 'tanzania-1' guineagrass and 'guaçu' elephantgrass. **Scientia. Agricola**, v.62, n.5, p.433-439, 2005.

PERYAM, D. R. e GIRARDOT, N. Advanced taste-test method. **Food Engineering.**, v.24, p.58-61, 1952.

POPPI, D.P.; MCLENNAN, S.R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of Animal Science**, v.73, p.278-290, 1995.

REYNOLDS, C. K. Forage evaluation using measurements of energy metabolism. In: GIVENS, D. J. et al. (Ed) **Forage evaluation in ruminants**. London: Commonwealth Agricultural Bureaux, 2000. p.95-110.

RIBEIRO, E.G. et al., Influência da irrigação, durante as épocas seca e chuvosa, na taxa de lotação, consumo e desempenho de novilhos em pastagens dos capim-elefante e capim-mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.1546-1554, 2008.

ROBERTS, C.R. Effect of stocking rate on tropical pastures. **Tropical Grasslands**, v.14, p.225-231, 1980.

ROCHA, E. O. ; FONTES, C. A. A. Composição corporal, composição do ganho de peso e exigências nutricionais de novilhos de origem leiteira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.159-168, 1999.

ROHR, K.; DAENICKE, R. Nutritional effects on the distribution of live weight as gastrointestinal tract fill and tissue components in growing cattle. **Journal of Animal Science**, p.753-765, 1984.

SAINZ, R. D. 1998. Crescimento compensatório em bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE, Campinas. **Anais...**Campinas: CBNA, 1998, p.22-38.

SALIBA, E.O.S. et al. Lignin from *Eucalyptus grandis* as indicator for rabbits in digestibility trials. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v.3, p.107-109, 2003.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 2.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 2002. 235p.

SILVA, F. F. et al. Eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção e ganho de peso e exigências de energia metabolizável e de nutrientes digestíveis totais de bovinos nelore não-castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.514-521, 2002a.

SILVA, F. F. et al. Exigências líquidas e dietéticas de energia, proteína e macroelementos minerais de bovinos de corte no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.776-792, 2002b.

SILVEIRA, I.D.B.; FISCHER, V.; SOARES, G.J.D. Relação entre o genótipo e o temperamento de novilhos em pastejo e seu efeito na qualidade da carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, p.519-526, 2006.

SIQUEIRA, J.G. et al. Exigência de energia de manutenção e composição corporal e do ganho de vacas de corte adultas de três grupos genéticos confinadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36 (supl.), p.2159-2167, 2007.

SMITH, A.M; REID, J.T. Use of chromic oxide as an indicator of fecal output for the purpose of determining the intake of pasture herbage by grazing cows. **Journal of Dairy Science**, v.38, p.515-524, 1955.

SPRINKLE, J.E. et al. Adipose tissue partitioning of limit-fed beef cattle and beef cattle with ad libitum access to feed differing in adaptation to heat. **Journal Animal Science**, v.76, p.665-673, 1998.

SUSENBETH, A. et al. Energy requirements for eating in cattle. **Journal of Animal Science**, v.76, p.2701-2705, 1998.

TEDESCHI, L. O. et al. Energy requirement for maintenance and growth of Nelore bulls and steers fed high-forage diets. **Journal of Animal Science**, v.80, p.1671-1682, 2002.

UNDERWOOD, E. J. ; SUTTLE, N. F. **The mineral nutrition of livestock**. 3. ed. London: Commonwealth Agricultural Bureaux. 1999. 180p.

VALADARES FILHO, S. C. et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 2.ed. Viçosa : UFV, 2006. 392p.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminants**. New York: Cornell University Press. 1994. 476p.

WALDMAN, R.C. et al. Changes in the carcass composition of Holstein steers associated with ration energy levels and growth. **Journal of Animal Science**, v.32, p.611-619, 1971.

WILLIAMS, C. B. ; JENKINS, T. G. A dynamic model of metabolizable energy utilization in growing and mature cattle. I. Metabolizable energy utilization for maintenance and support metabolism. **Journal of Animal Science**, v.81, p.1371-1381, 2003.

ZERVOUDAKIS, J. T. et al. Conteúdo corporal e exigências líquidas de proteína e energia de novilhos suplementados no período das águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.530-537, 2002.

ANEXOS

ANEXO A - Ficha de avaliação da aceitação sensorial com relação a sabor, maciez, suculência e forma geral das amostras de contrafilé (músculo *Longissimus dorsi*).

AValiação Sensorial de Contrafilé

Nome: _____ Idade: _____ Data: ____/____/____

Você está recebendo 6 amostras codificadas de **CONTRAFILÉ GRELHADO**. Por favor, avalie cada amostra, da esquerda para a direita, e, utilizando a escala abaixo, indique a resposta que expresse o quanto você gostou ou desgostou do **SABOR**, da **MACIEZ**, da **SUCULÊNCIA** e a **IMPRESSÃO GLOBAL** de cada amostra.

ATRIBUTO	RESPOSTA
AMOSTRA: _____	
Sabor	
Maciez	
Suculência	
Impressão Global	
AMOSTRA: _____	
Sabor	
Maciez	
Suculência	
Impressão Global	
AMOSTRA: _____	
Sabor	
Maciez	
Suculência	
Impressão Global	
AMOSTRA: _____	
Sabor	
Maciez	
Suculência	
Impressão Global	

- 9 - Gostei muitíssimo
 8 - Gostei muito
 7 - Gostei moderadamente
 6 - Gostei ligeiramente
 5 - Nem gostei / nem desgostei
 4 - Desgostei ligeiramente
 3 - Desgostei moderadamente
 2 - Desgostei muito
 1 - Desgostei muitíssimo

ATRIBUTO	RESPOSTA
AMOSTRA: _____	
Sabor	
Maciez	
Suculência	
Impressão Global	
AMOSTRA: _____	
Sabor	
Maciez	
Suculência	
Impressão Global	

COMENTÁRIOS
