

EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE VACAS E BEZERROS NELORE

Pedro Veiga Rodrigues Paulino¹; Mozart Alves Fonseca²; Lara Toledo Henriques³; Sebastião de Campos Valadares Filho⁴; Edenio Detmann⁵

¹Professor Adjunto, DZO-UFV, Pesquisador do CNPq e do INCT-Ciência Animal (pveiga@ufv.br); ²Doutorando em Zootecnia, UFV; ³Prof Adjunto, UFPB, Areia-PB; ⁴Professor Titular, DZO-UFV, Coordenador do INCT-Ciência Animal (scvfilho@ufv.br); ⁵Professor Adjunto, DZO-UFV, Pesquisador do CNPq e do INCT-Ciência Animal (detmann@ufv.br)

INTRODUÇÃO

Em países abrangidos por regiões tropicais, a produção de carne é baseada, principalmente, em raças bovinas zebuínas (*Bos indicus*), e seus cruzamentos com *Bos taurus* (Yokoo et al., 2010; Chizzotti et al., 2008). Estima-se que o Brasil possua mais de 55 milhões de cabeças de vacas (fêmeas com idade superior a 3 anos), sendo a grande maioria delas zebuínas, responsáveis por suprir toda a cadeia da carne com seus produtos (Anualpec, 2008). No entanto, muito pouco tem sido estudado no país no que se refere às exigências nutricionais do rebanho de cria, mais especificamente do par vaca:bezerro. Para as demais categorias animais, principalmente machos zebuínos em crescimento e terminação, já existe um número razoável de trabalhos, que inclusive já permitiu a realização de estudos mais abrangentes que culminaram em recomendações nutricionais para essa fase do ciclo produtivo da carne bovina (Valadares Filho et al., 2006; Chizzotti et al., 2008).

A importância do setor de cria na eficiência de produção de bovinos de corte não pode ser subestimada. Cerca de 31% do rebanho de bovinos de corte são representados por vacas de corte (Calegare, 2004) e cerca de 70-75% de toda a energia dietética consumida para a produção de carne são destinadas para atender às exigências de manutenção (Ferrel & Jenkins, 1985), ou seja, para fins não produtivos (Kelly et al., 2010). Além disso, o rebanho de cria, ou seja, o conjunto vaca:bezerro, utiliza cerca de 65 – 75% da energia requerida durante todo o ciclo de produção. Sendo assim, ao redor de 50% de toda a energia requerida para produzir um animal até o seu abate é usada para a manutenção das vacas.

As exigências de energia para manutenção podem variar cerca de 20 a 30% em função de diferenças genéticas, sejam elas entre indivíduos de uma mesma raça ou entre animais de raças ou genótipos diferentes, sendo uma característica de moderada a alta herdabilidade (Carstens et al., 1988). O requerimento total de energia de manutenção é função do consumo de energia metabolizável necessário para uma não alteração da energia corporal. Na realidade, tem sido proposto que o “turnover” protéico, bomba de íons (Na^+ , K^+ por exemplo) e o desacoplamento da fosforilação oxidativa na mitocôndria (*proton leakage*) sejam responsáveis por aproximadamente 60-70% do total de energia requerida para manutenção, que, em essência, simboliza a ineficiência energética dos animais (Bottje & Carstens, 2009). Assim, ferramentas de seleção poderiam ser adotadas no sentido de identificar e utilizar animais que possuíssem menores requerimentos de manutenção (Di Constanzo et al., 1991), sendo, portanto, mais eficientes.

Para melhorar a sustentabilidade econômica e ambiental dos sistemas de produção de carne bovina, animais mais eficientes no uso dos recursos disponíveis devem ser identificados (Kelly et al., 2010). Na realidade, já existem programas de avaliação genética que usam as diferenças entre indivíduos quanto às exigências de manutenção para utilizar animais mais eficientes e produtivos de acordo com as especificidades de cada sistema de produção (Evans et al., 2002).

Segundo Webster (1979), de maneira geral e sucinta, as exigências energéticas do animal compreendem a manutenção e produção, que por sua vez, inclui: crescimento, lactação e gestação (a partir do terço final, fase na qual o

crescimento do feto é elevado e altera efetivamente os requerimentos nutricionais da vaca).

A demanda dos diferentes órgãos é que define a partição de utilização dos nutrientes, seja para síntese ou para catabolismo (Reynolds, 2002). Sendo assim, tecidos com alta taxa metabólica têm prioridade no direcionamento dos substratos. Para vacas em lactação, o tecido do úbere (glândulas mamárias) seria um destes tecidos com prioridade de alocação de nutrientes, que, por sua vez, seria determinado pelo fluxo sanguíneo e pela concentração de nutrientes no sangue, e a utilização de aminoácidos estaria relacionada à capacidade de síntese de proteína no tecido mamário (Metcalf et al., 1996).

Associando este fato à maior produção de calor por vacas em lactação, Reynolds & Tyrrel (2000) evidenciaram que as exigências de manutenção desses animais seriam 22 a 41% superiores às de animais não-lactantes. Em trabalho conduzido com vacas taurinas, cruzadas Simental x Hereford, e mantidas a pasto, Brosh et al. (2010) verificaram que a produção de calor dos animais em lactação foi em torno de 31,84 % superior em relação às vacas não lactantes, porém em gestação.

Outro aspecto relevante é o tamanho corporal, que também pode ter influência nas exigências nutricionais. Ferrel & Jenkins (1985) constataram que vacas de maior tamanho corporal apresentaram maiores exigências, tanto no período de lactação quanto no período seco, produzindo, inclusive, filhos mais exigentes. Esses autores verificaram que bezerros filhos de vacas com maior produção de leite consumiam menos ração. Isso se revela como ferramenta extremamente importante no que diz respeito à adoção de tecnologias em sistema de cria que possuem caracteristicamente alto custo de produção associado a menores rentabilidades.

Jenkins & Ferrel (1993) observaram que vacas que consumiam menos, desmamavam bezerros mais leves, porém foram mais eficientes na quantidade de energia consumida por quilograma de bezerro produzido.

Realizar trabalhos de pesquisa visando estudar exigências nutricionais não é muito simples, ainda mais se tratando de vacas em lactação. Dentre as dificuldades intrínsecas de experimentos para determinação das exigências nutricionais, o envolvimento de vacas e bezerros remete à necessidade da mensuração da produção de leite, tanto para o *output* energético da vaca como para o *input* no consumo de energia metabolizável do bezerro, de sua composição e da composição corporal dos animais.

A mensuração da produção de leite pode ser feita de forma direta e indireta, e dentre as formas mais comuns destaca-se a ordenha manual (Gifford, 1953), pesagem do bezerro antes e após a mamada (Knapp & Black, 1941), ordenha mecânica após aplicação de ocitocina (Anthony et al., 1959), concentração de monóxido de deutério no leite (Freetly et al., 2006), dentre outros.

O potencial genético para produção de leite e crescimento são positivamente correlacionados com as exigências de energia metabolizável para manutenção (EM_m), quando os animais são avaliados entre genótipos e em condições normais de manejo (Ferrel & Jenkins, 1985).

Com o conhecimento da produção de leite, estabelece-se a quantidade de energia secretada via leite que, por conseguinte, permite estimar quando seria o momento de suplementar os bezerros, ou seja, quando o suprimento de nutrientes via leite não estaria mais conseguindo suprir as necessidades dos bezerros para o ganho de peso almejado.

PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE DE VACAS NELORE EM LACTAÇÃO

Avaliando diferentes modelos para estimar a produção de leite de vacas Nelore lactantes, Henriques et al. (2009) recomendaram utilizar o modelo descrito por Jenkins & Ferrell (1984) modificado por Detmann (Comunicação pessoal), em que $PL = 5,9579 + 0,4230 \times S \times e^{(-0,1204 \times S)}$, sendo S, a semana de lactação, e DPA o desvio padrão assintótico. Assim, esse modelo é recomendado para estimar a produção de leite de vacas Nelore lactantes (Figura 1).

Modelo Jenkins & Ferrell (1984) Modificado

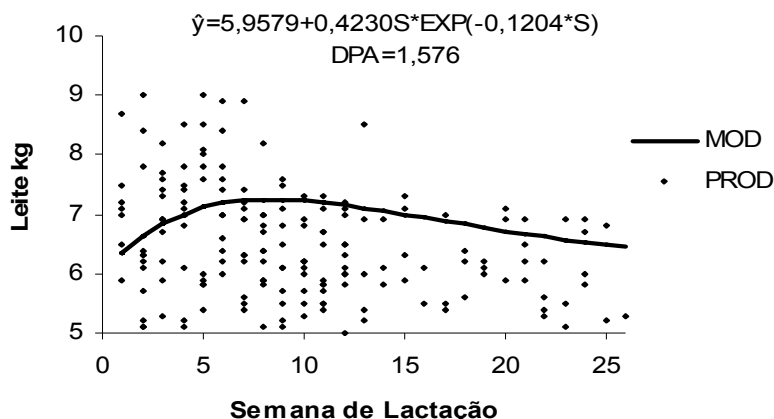


Figura 1 - Estimativa da produção de leite em função da semana de lactação.

(Adaptada de Henriques et al., 2009).

Observa-se que o pico de produção de leite (7,25 kg/dia) ocorre em torno de 8,5 semanas de lactação (Figura 1), corroborando com o NRC (2000). Restle et al. (2003), trabalhando com vacas Nelore em lactação, encontraram produção máxima de 5,4 kg/dia aos 84 dias de lactação.

Em experimento conduzido por Fonseca (2009), observou-se que o leite produzido por Novilhas Nelore primíparas apresentou, em média, 3,7% de proteína bruta, 3,88% de gordura, 4,74% de lactose e 0,75 Mcal de EL/kg (Tabela 1). Esses valores são semelhantes aos valores reportados no NRC (2000), de 3,4 e 4% para gordura e proteína, respectivamente. Contudo, os teores de proteína estão acima dos 3,16% encontrados por Cerdotés et al. (2004), que trabalharam com vacas Nelore, Charolês e seus mestiços e abaixo dos 4,28% encontrados por Porto (2009), cujo trabalho também foi com animais Nelore. Os teores de gordura e lactose também foram mais baixos que os encontrados por Restle et al. (2003) de 5,00% e 5,14%, respectivamente; e mais altos que os encontrados por Porto (2009) de 3,55% e 3,99%. Para o extrato seco foram encontrados valores intermediários aos 13,78% encontrados por Restle et al. (2003) e 12,52% encontrados por Porto (2009). Já Senna (1996) encontrou valor médio de 3,3 % para gordura e teor entre 11,6 e 12,2% para extrato seco total. Silva et al. (1995), estudando a produção e composição do leite de vacas Nelore, verificaram que o ES (extrato seco) apresentou comportamento quadrático ao longo da lactação, com ponto de máximo aos 117 dias, quando o teor de ES do leite foi de 14,1%. A média geral encontrada por Fonseca (2009) foi de 13,78%, muito próxima da encontrada por Cruz et al. (1997) de 14,58%. As oscilações nos teores do ES são reflexo das alterações no somatório dos demais componentes do leite, principalmente a gordura que representa a maior proporção.

Entre os componentes do leite, a gordura é o que mais varia no decorrer da lactação. De maneira geral, a percentagem de gordura do leite aumenta gradualmente com o aumento do período de lactação estando, então, negativamente correlacionada com a produção de leite da vaca (Lamond et al., 1969; Rutledge et al., 1971).

Para ESD (extrato seco desengordurado), comportamentos lentamente decrescentes até o final da lactação foram verificados por alguns autores (Maynard et al., 1984; Schmidt & Van Veck, 1976).

Já para lactose, que é o principal carboidrato do leite sintetizado na glândula mamária, Senna (1996) encontrou valores de 5,1% para vacas Nelore.

Segundo Holloway et al. (1975) e Bowden (1981), a composição do leite pode ser influenciada pelo grupo genético da vaca e pelo estágio de lactação em que se encontra.

Tabela 1 - Composição média do leite de vacas Nelore no período de 0 a 180 dias de lactação

Itens	0-180 dias
EL (Mcal/kg)	0,75 ± 0,01
PB (%)	3,71 ± 0,20
Gordura (%)	3,88 ± 0,06
Lactose (%)	4,74 ± 0,04
Extrato Seco (%)	13,31 ± 0,21

PB = proteína bruta.

Utilizando-se as informações geradas no estudo de Fonseca (2009), ou seja, considerando-se a curva de lactação de vacas Nelore lactantes, modelada a partir de dados de produção de leite obtidos pela pesagem dos bezerros antes e após a amamentação, juntamente com a composição média do mesmo e de acordo com as exigências nutricionais obtidas para os bezerros na fase pré-desmama, torna-se possível determinar, a partir de que momento o leite não é mais capaz de suprir, exclusivamente, os nutrientes demandados para o crescimento do bezerro. Considerando energia e proteína como os nutrientes mais limitantes, evidencia-se que a partir da 9ª semana de vida, ou seja, por volta dos 63 dias de idade, o leite já não consegue fornecer toda a energia necessária para que o bezerro ganhe em torno de 800 g/dia. Por outro lado, a proteína torna-se limitante a partir da 15ª semana, ou seja, por volta de 105 dias de vida do bezerro, o que seria em torno de 105 a 135 dias antes da desmama. Portanto, para que bezerros Nelore consigam atingir peso à desmama por volta dos 200 kg, torna-se necessário suplementá-los, via creep-feeding, a partir do segundo mês de vida, ou então, utilizar vacas de maior habilidade materna, capazes de produzir mais leite para os bezerros (Tabela 2).

EXIGÊNCIAS DE ENERGIA DE VACAS LACTANTES E BEZERROS

A partir do trabalho desenvolvido por Fonseca (2009), as relações obtidas entre o peso de corpo vazio (PCVZ) e o peso corporal (PC) das vacas e dos bezerros foram, respectivamente: PCVZ/PC = 0,894 e 0,9622. Já as relações entre o ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) e ganho de peso corporal (GPC) foram de 0,936 e 0,958 para as vacas e bezerros, respectivamente.

As exigências de energia líquida para manutenção das vacas (EL_m) foram obtidas pela equação $PC = 97,84 e^{0,0024 \cdot CEM}$, $s_{XY} = 0,5578$, cuja representação gráfica encontra-se na Figura 2. Para o cálculo da PC, descontou-se do CEM a energia retida no corpo das vacas, determinada pela técnica do abate comparativo, e a energia secretada pelo leite. Assim, a partir da equação acima, quando o CEM é igualado a zero, obtém-se o valor de $97,84 \text{ kcal/PCVZ}^{0,75}$, que equivale à produção de calor em jejum, ou seja, às exigências líquidas de energia para manutenção.

Tabela 2 - Produção de leite de vacas Nelore, disponibilidade de EM e PM via leite, exigências de EM e PM totais para manutenção e ganho de peso de bezerros Nelore lactentes e necessidade de leite para atender às exigências de EM dos bezerros, de acordo com a semana de lactação e peso dos animais

SL	Peso bezerro	EM via leite	PM via leite	EM _t	PM _t	NL
1	35,60	4,63	160,71	2,91	154,87	3,98
2	41,20	4,85	168,06	3,25	156,79	4,45
3	46,80	5,01	173,63	3,58	158,65	4,89
4	52,40	5,12	177,72	3,90	160,49	5,32
5	58,00	5,21	180,59	4,20	162,29	5,75
6	63,60	5,26	182,46	4,50	164,09	6,16
7	69,20	5,29	183,54	4,80	165,87	6,56
8	74,80	5,30	183,97	5,09	167,66	6,95
9	80,40	5,30	183,88	5,37	169,44	7,34
10	86,00	5,29	183,39	5,65	171,23	7,72
15	114,00	5,12	177,65	6,98	180,34	8,09

SL = semana de lactação; peso do bezerro em kg: considerou-se peso ao nascimento de 30 kg e GMD de 0,8 kg/dia; EM via leite: quantidade de energia metabolizável disponibilizada ao bezerro via leite (Mcal/dia); PM via leite: quantidade de proteína metabolizável disponibilizada ao bezerro via leite (g/dia); EM_t = exigências totais (manutenção + ganho de peso) de energia metabolizável do bezerro; PM_t: exigências totais (manutenção + ganho de peso) de proteína metabolizável do bezerro; NL: necessidade de leite (kg/dia) para atender as exigências totais de EM do bezerro.

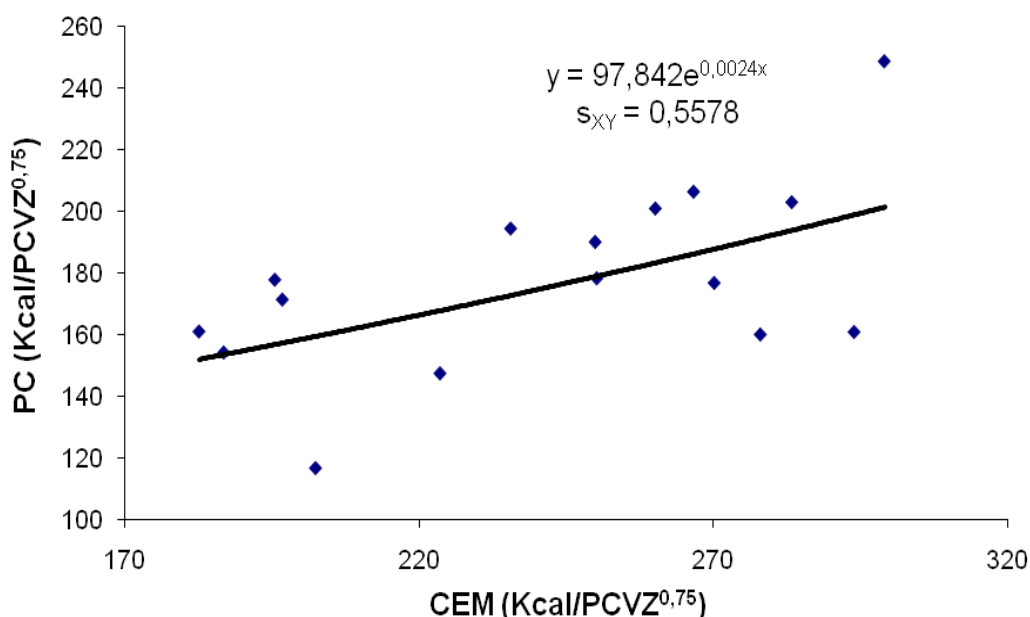


Figura 2 - Produção de calor em função do consumo de energia metabolizável.

O NRC (2000) estabeleceu as exigências de EL_m como sendo 77 Kcal/kg $PC^{0,75}$, obtidas a partir dos dados de Lofgreen & Garret (1968), sendo recomendados descontos de 10% para animais zebuínos e 20% de acréscimo para vacas em lactação. Portanto, adotando-se as recomendações do NRC (2000), as exigências de energia líquida para manutenção de vacas Nelore em lactação seriam de: 83,16 kcal/kg $PC^{0,75}$ ($77 \times 0,9 = 69,3 \times 1,2 = 83,16$).

Paulino (2006), trabalhando com fêmeas em crescimento, encontrou o valor de 79,35 Kcal/ $PCVZ^{0,75}$ como exigências líquidas diárias de energia de manutenção. Já Buskirk et al. (1992), trabalhando com vacas Angus, encontraram o valor de EL_m de 72,5 kcal/ $PC^{0,75}$. O sistema BR-CORTE, descrito por Valadares Filho et al. (2006), recomendou um valor de 78,5 Kcal/ $PCVZ^{0,75}$ para exigências líquidas de manutenção de zebuínos de diferentes classes sexuais. Considerando-se 20% a mais para vacas em lactação (NRC, 2000), o valor obtido deveria ser de 94,2 Kcal/ $PCVZ^{0,75}$ ($1,2 \times 78,5$), resultado bem coerente com os 97,84 Kcal/ $PCVZ^{0,75}$ encontrados neste estudo. O valor de 97,84 Kcal/ $PCVZ^{0,75}$ corresponde a 90 Kcal/ $PC^{0,75}$.

As exigências de energia metabolizável para manutenção (EM_m) foram calculadas igualando-se a energia retida a zero na equação: ER (Kcal/ $PCVZ^{0,75}$) = 61,958 - 0,442 CEM (Kcal/ $PCVZ^{0,75}$), resultando no valor de $EM_m = 140,17$ kcal/kg 0,75 (Figura 3). Assim, a eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção (k_m) foi de 0,70 (97,84/140,17) e a de ganho, que equivale à inclinação da reta descrita na Figura 3, foi de 0,44. Flatt et al. (1967), trabalhando com vacas holandesas em lactação, encontraram k_g de 0,64. Porém, na literatura encontram-se os mais variados valores de k_g .

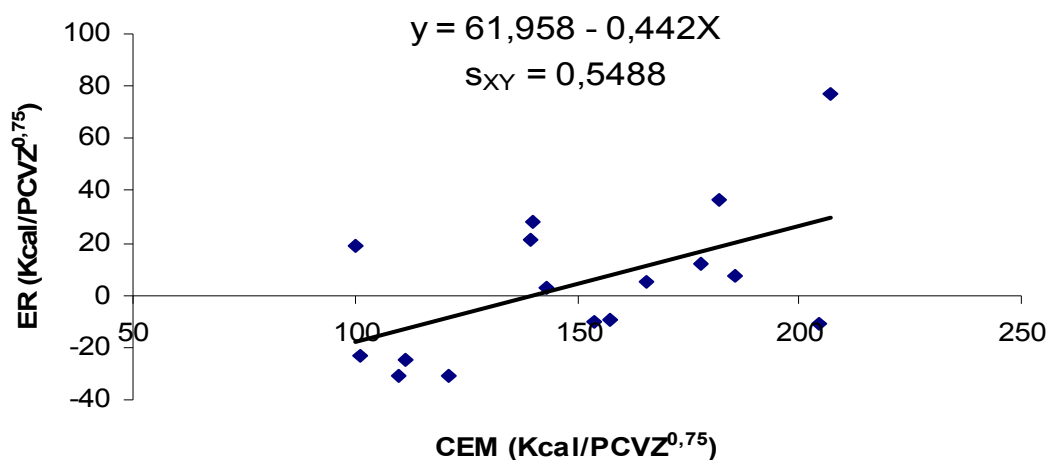


Figura 3 - Energia retida em função do consumo de energia metabolizável.

Freetly et al. (2006), trabalhando com vacas de corte (compostas $\frac{1}{4}$ Hereford, Angus, Redpoll e Pinzgauer) primíparas lactantes, encontraram EM_m de 146 kcal/ $PC^{0,75}$, e eficiência de utilização da EM para manutenção de 72%. A eficiência de uso da energia proveniente da mobilização de reservas corporais para a produção de leite obtida por Freetly et al. (2006) foi de 78%, enquanto o CSIRO (2007) e o AFRC (1993) consideraram essa eficiência como sendo de 84%. Solis et al. (1988), trabalhando com vacas Brahman não lactantes, encontraram valores de energia metabolizável para manutenção de 98 Kcal/ $PCVZ^{0,75}$ /dia. Já Calegare et al. (2007), trabalhando com vacas Nelore lactantes encontraram EM_m de 141,3 Mcal/Kg 0,75 , e Freetly et al. (2006) encontraram EM_m de 146 kcal/ $PC^{0,75}$, resultados semelhantes aos 140,17 Mcal/Kg 0,75 obtidos neste trabalho.

É importante destacar que os poucos trabalhos envolvendo a determinação de exigências nutricionais de fêmeas zebuínas no Brasil têm sido realizados em condições de confinamento (Fonseca, 2009; Marcondes et al., 2009; Calegare et al., 2007; Chizzotti et al., 2007; Paulino, 2006), em que os animais são mantidos em baias, de forma a permitir um maior controle na obtenção de variáveis importantes (como o consumo de energia metabolizável, por exemplo) no desenvolvimento das estimativas. Dessa forma, é provável que esteja ocorrendo uma subestimação das exigências de energia para manutenção dos animais mantidos em confinamento, uma vez que não está sendo considerado o gasto extra de energia que se observaria caso os animais estivessem a pasto. Numa situação extensiva, a produção de calor dos animais é influenciada por uma série de fatores inter-relacionados, como disponibilidade e qualidade da forragem, condições ambientais e comportamento do animal em pastejo (Brosh et al., 2010). De acordo com trabalhos realizados com animais a pasto, em que a produção de calor foi estimada a partir da taxa de batimentos cardíacos, o gasto energético relacionado a atividades de pastejo e locomoção, tanto no plano horizontal quanto vertical em áreas de pastagem, correspondeu entre 8,0 e 11,2 % da produção total de energia (Brosh et al., 2010). Desta forma, pesquisas avaliando o incremento nas exigências de manutenção que as atividades de pastejo podem acarretar no rebanho de cria devem ser conduzidas no Brasil para permitir um melhor entendimento das variações na eficiência energética dos animais (Kelly et al., 2010).

Na Tabela 3 são apresentadas as exigências de energia para manutenção de vacas Nelore lactantes, expressas como energia líquida (EL_m), energia metabolizável (EM_m) e NDT, que foram obtidas, dividindo-se as exigências de EM_m por 0,82 e posteriormente por 4,409.

Tabela 3 - Exigências de energia para manutenção de vacas Nelore lactantes em função do peso corporal

PC	EM_m (Mcal/dia)	EL_m (Mcal/dia)	NDT (Kg/dia)
300	9,29	6,50	2,57
350	10,42	7,29	2,88
400	11,53	8,07	3,19
450	12,59	8,81	3,48

$EM_m = 140,17 \text{ Kcal/PCVZ}^{0,75}$; $PCVZ/PC = 0,894$; $k_m = 0,70$; PC=peso corporal; EM_m = energia metabolizável para manutenção; EL_m = energia líquida de manutenção; NDT = nutrientes digestíveis totais.

Para calcular as exigências de energia líquida para ganho de peso de vacas Nelore lactantes, foi usada a equação descrita por Fonseca (2009), (cujos coeficientes a e b foram, respectivamente, 0,8133 e 1,2389) em que $ER = a \times b \times PCVZ^{b-1}$. As exigências de EL_g , EM_g e NDT para ganho de peso de vacas Nelore lactantes são apresentadas na Tabela 4.

As exigências de energia metabolizável (EM) para lactação foram calculadas como 1,07 Mcal/kg de leite produzido, considerando o valor médio obtido para o leite de vacas Nelore de 0,75 Mcal de energia líquida/kg e dividindo-se por uma eficiência de 0,70, considerando-se que a eficiência de utilização da EM para lactação (k_l) é igual à eficiência com que a EM é usada para manutenção (k_m), conforme preconizado pelo NRC (2001). Assim, as exigências de ED por kg de leite produzido seriam de 1,30 Mcal (1,07/0,82), sendo que as de NDT seriam de 0,295 kg/kg de leite (1,30/4,409).

Tabela 4 - Exigências de energia para ganho de um quilograma de peso corporal de vacas Nelore lactantes

Peso Corporal	Exigências ¹		
	EL _g (Mcal/kg)	EM _g (Mcal/dia)	NDT (kg)
300	3,58	8,14	2,25
350	3,72	8,45	2,34
400	3,84	8,73	2,41
450	3,95	8,98	2,48

¹ Exigências expressas para ganho de 1kg de peso corporal. PCVZ = 0,894; GPCVZ = 0,936 x GPC; k_g = 0,44; EM_g = energia metabolizável para ganho; NDT = nutrientes digestíveis totais.

Para fins de comparação, corrigindo-se o teor de gordura do leite para 4% e substituindo-se na equação para estimar a energia do leite, NRC (2001): Energia (Mcal/kg) = 0,0929 x G (%) + 0,0547 x PB (%) + 0,0395 x Lactose (%), obtêm-se o valor de 0,76 Mcal/kg de leite, e as exigências de EM para lactação passariam para 1,09 Mcal/kg de leite, o que seria correspondente a 0,300 kg de NDT/kg leite. Esse valor é bastante próximo aos 0,341 kg de NDT/kg de leite produzido (corrigido para 4% de gordura) citados no trabalho de Moe et al. (1971).

Dessa forma, recomenda-se usar o valor de 0,76 Mcal por kg de leite corrigido para 4% de gordura, ou 0,30kg de NDT, como exigências de energia para produzir um quilograma de leite de vacas Nelore.

Calculando as exigências de uma vaca Nelore lactante de 350 kg de peso corporal, produzindo, em média, 6 kg de leite/dia, com ganho de 1kg de peso corporal por dia, os requerimentos energéticos desse animal seriam de 7,28 Mcal/dia ($97,84 \times (0,894 \times 350)^{0,75}/1000$) para EL_m e de 10,40 Mcal/dia de EM_m ($7,28/0,70$). As exigências de NDT para manutenção podem ser obtidas dividindo-se a EM_m por 0,82 e, em seguida, por 4,409. Sendo assim, o valor encontrado para essa situação seria de 2,88 kg de NDT/dia ($10,40/0,82/4,409$). As exigências de energia líquida para ganho de 1 kg de peso corporal seriam 3,72 Mcal ($0,8133 \times 1,2389 \times (350 \cdot 0,894)^{0,2389} \times 0,936$), equivalentes a 2,34 kg de NDT. As exigências de EM para lactação (considerando um leite com 4% de gordura) seriam de 6,54 Mcal/dia ($0,76/0,7=1,09 \times 6$ kg), o que seria equivalente a 1,80 kg NDT/dia ($0,30 \times 6$ kg). Portanto, as exigências totais de NDT para essa vaca seriam de 7,02 kg de NDT.

A perda de energia relacionada à mobilização de reservas corporais foi determinada a partir da composição corporal das vacas referência, abatidas logo após o parto, e daquelas que foram alimentadas ao nível de manutenção durante os primeiros 90 dias, ou seja, aquelas que perderam peso. Assim, a energia retida negativa foi em média de -2,053 Mcal por dia, que dividida pela perda de peso corporal de 0,483 kg/dia, resultou no valor médio de 4,25 Mcal/kg de perda de peso corporal. Outros comitês recomendam valores de 5,82 Mcal/kg mobilizado (NRC, 2000), 6 Mcal/kg (NRC, 1989), 6,4 Mcal/kg e 5,5 Mcal/kg (CSIRO, 2007) para raças britânicas e européias, respectivamente, 6 Mcal/kg (INRA, 1989) e 4,54 Mcal/kg (AFRC, 1993). Porém o banco de dados destes sistemas internacionais é composto basicamente por animais taurinos.

As exigências de EM para manutenção de bezerros não foram estimadas, sendo usadas nessa versão o mesmo valor obtido para zebuínos citado por Valadares Filho et al. (2006) de $0,1 \text{ Mcal/PC}^{0,75}$. Foi obtida uma equação da energia retida (ER) em função do peso e ganho de peso dos bezerros Nelore (Fonseca, 2009), em que $ER = 0,0932 \times \text{PCVZ}^{0,75} \times \text{GPCVZ}^{0,9157}$. Com base nesses dados, que até o presente momento parece ser o único que envolveu o abate de bezerros Nelore na fase pré-

desmama, foram geradas as exigências nutricionais de energia, apresentadas na Tabela 5. Para converter as exigências de energia líquida de ganho (EL_g) em exigências de energia metabolizável para ganho (EM_g) utilizaram-se 2 fatores de eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho ($k_g = 0,69$) para consumo de leite e ($k_g = 0,57$) para consumo de alimentos sólidos, (NRC, 2001). Assim, a k_g no período de 0 a 90 dias foi considerada 0,66 ($77 \times 0,69 + 23 \times 0,57$), correspondente ao peso dos animais de até 100kg e no período de 90 a 180 dias (>100kg de peso) foi 0,62 ($43 \times 0,69 + 57 \times 0,57$), sendo 77; 43 % e 43 e 57%, as porcentagens de MS de leite e alimentos sólidos ingeridos pelos bezerros nos respectivos períodos (Fonseca, 2009). As exigências de ED foram calculadas como $EM/0,96$ (NRC, 2001; para bezerros lactentes) e as exigências de NDT foram calculadas como $ED/4,409$.

As exigências diárias de NDT de um bezerro Nelore de 150 kg de peso corporal, ganhando diariamente 0,75 kg seriam calculadas como: a EL_g seria de 2,87 Mcal/dia ($ER = 0,0932 \times (150 \times 0,9622)^{0,75} \times (0,75 \times 0,958)^{0,9157}$). As exigências de EM_g seriam de 4,63 Mcal/dia ($2,87/0,62$) e as exigências de NDT para ganho de peso seriam de 1,09 kg/dia ($4,63/0,96/4,409$). Considerando as exigências de EM_m de 4,29Mcal/dia: $0,1 \times (150)^{0,75}$, as exigências de NDT para manutenção seriam de 1,01 kg/dia ($4,29/0,96/4,409$). Assim, as exigências totais de NDT seriam equivalentes a 2,10 kg/dia.

Tabela 5 - Exigências diárias de energia para bezerros Nelore lactentes (0 a 180 dias de idade)

PC	GPC	EM_m	NDT_m	EL_g	EM_g	NDT_g	NDT_{total}
100	0,25	3,16	0,75	0,77	1,17	0,28	1,03
	0,50			1,46	2,21	0,52	1,27
	0,75			2,12	3,21	0,76	1,51
	1,00			2,75	4,17	0,99	1,74
125	0,25	3,74	0,88	0,91	1,38	0,33	1,21
	0,50			1,73	2,62	0,62	1,50
	0,75			2,50	3,79	0,90	1,78
	1,00			3,25	4,92	1,16	2,04
150	0,25	4,29	1,01	1,05	1,69	0,40	1,41
	0,50			1,98	3,19	0,75	1,76
	0,75			2,87	4,63	1,09	2,10
	1,00			3,73	6,02	1,42	2,43
175	0,25	4,81	1,14	1,18	1,90	0,45	1,59
	0,50			2,22	3,58	0,85	1,99
	0,75			3,22	5,19	1,23	2,37
	1,00			4,19	6,76	1,60	2,74
200	0,25	5,32	1,26	1,30	2,10	0,50	1,76
	0,50			2,45	3,95	0,93	2,19
	0,75			3,56	5,74	1,36	2,62
	1,00			4,63	7,47	1,76	3,02

PCVZ = $PC \times 0,9622$; GPCVZ = $0,958 \times GPC$; $Kg = 0,66$ (50 a 100 kg); $Kg = 0,62$ (125 a 200 kg); $EM_m = 0,1$ Mcal/PC^{0,75} (BR-CORTE, 2006); ED = $EM/0,96$; NDT = $ED/4,409$; PC = peso corporal; EM_m = energia metabolizável para manutenção (Mcal/dia); EM_g = energia metabolizável para ganho (Mcal/dia); EM_{total} = requerimentos totais de energia metabolizável (Mcal/dia); NDT = nutrientes digestíveis totais; NDT_m = NDT para manutenção; NDT_g = NDT para ganho; NDT_t = NDT total.

EXIGÊNCIAS DE PROTEÍNA PARA VACAS NELORE LACTANTES E SEUS BEZERROS

As exigências líquidas de proteína para ganho de peso de vacas Nelore primíparas foram calculadas a partir da equação: $PR = a \times b \times PCVZ^{b-1}$, sendo $a=0,4612$ e $b=0,8161$ (Fonseca, 2009).

Para conversão das exigências líquidas de proteína para ganho em exigências de proteína metabolizável para ganho (PM_g), calculou-se a eficiência (k), usando a equação descrita no NRC (2000), em que $k = 83,4 - 0,114 PCVZ$ para vacas com PCVZ menor que 300 kg, ou seja, utilizou-se o valor calculado pela equação acima de 0,53 para vacas com peso corporal de 300kg e adotou-se uma eficiência constante de 0,49, conforme NRC (2000), para vacas com PCVZ maior ou igual a 300kg.

As exigências de proteína metabolizável para manutenção (PM_m) foram calculadas como $PM_m = 4,0 \times PC^{0,75}$, conforme preconizado pelo sistema BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2006).

A produção de proteína bruta microbiana (PB_{mic}) foi calculada considerando que a síntese microbiana seria de 120g/kg de NDT, conforme sugestão da primeira versão do BR-CORTE. As exigências de PDR foram calculadas como $1,11 \times PB_{mic}$ (Valadares Filho et al., 2006) e as exigências de PNDR foram obtidas como: $PNDR = (Exigências\ totais\ de\ proteína\ metabolizável - (PB_{mic} \times 0,64))/0,80$.

A partir dos dados apresentados na Tabela abaixo, verificou-se que as exigências totais de PM para vacas lactantes pesando 300 kg e ganhando 1 kg/dia foram de 526,08 g/dia (Tabela 6), que é próximo ao valor de 508,54 g citado pelo sistema BR - CORTE (Valadares Filho et al., 2006). Porém, deve-se ressaltar que os dados do sistema BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2006) são referentes a fêmeas em crescimento. Esta diferença pode ser em decorrência da reposição tecidual (balanço entre a síntese e degradação) verificada em vacas em lactação, após o balanço energético negativo, quando passam a depositar tecidos corporais de forma mais intensa.

Tabela 6 - Exigências diárias de proteína para vacas Nelore lactantes

PC	GPC	PM _m (g)	PR	PM _g (g)	PM _t (g)	PDR(g)	PNDR(g)	PB(g)
300	0,25	288,34	31,50	59,43	347,77	416,92	134,23	551,15
	0,50		63,00	118,87	407,21	492,84	153,81	646,65
	0,75		94,50	178,30	466,64	567,43	174,34	741,77
	1,00		126,00	237,74	526,08	642,02	194,88	836,90
350	0,25	323,68	30,62	62,49	386,16	462,20	149,58	611,78
	0,50		61,23	124,96	448,64	539,46	172,00	711,46
	0,75		91,85	187,45	511,12	618,05	193,46	811,51
	1,00		122,46	249,92	573,60	695,30	215,88	911,18
400	0,25	357,77	29,87	60,96	418,74	504,83	159,59	664,42
	0,50		59,75	121,94	479,70	586,08	177,23	763,31
	0,75		89,62	182,90	540,67	666,00	193,84	859,84
	1,00		119,49	243,86	601,63	745,92	214,44	960,36
450	0,25	390,81	29,23	59,65	450,47	546,12	169,49	715,61
	0,50		58,47	119,33	510,13	628,70	184,54	813,24
	0,75		87,70	178,98	569,79	711,29	199,60	910,89
	1,00		116,93	238,63	629,45	793,87	214,65	1008,52

PCVZ = 0,894 x PC; GPCVZ = 0,936 x GPC; k = 0,49 para PCVZ ≥ 300 kg e k = 0,53 para PCVZ = 300 kg; PM_m = 4g / PC^{0,75}; PM_g = PR/k; PM_m = proteína metabolizável para manutenção; PM_g = proteína metabolizável para ganho; PM_t = proteína metabolizável total; PDR (proteína degradada no rúmen) = 120 x Exigências totais de NDT (kg/dia) x 1,11; PNDR (proteína não degradada no rúmen) = (PM_{total} - PB_{mic} x 0,64)/0,8; PB = PDR + PNDR.

Na primeira edição do sistema BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2006), as exigências protéicas totais (manutenção + ganho) de uma fêmea não lactante de 300 kg de peso corporal e ganhando 1 kg/dia, foram de 619,53; 189,17 e 808,70 g de PDR, PNDR e PB, respectivamente. Esses valores são muito próximos aos encontrados no presente experimento para vacas lactantes, com mesmo peso e ganho de peso: 642,02, 194,88, e 836,90 g para PDR, PNDR e PB, respectivamente (Tabela 6). Cabe lembrar que as exigências para produção de leite não estão consideradas nesses valores.

As exigências líquidas de proteína para ganho de peso de bezerros Nelore foram calculadas a partir da equação desenvolvida por Fonseca (2009): PR = a x b x PCVZ^{b-1}, sendo a=0,135 e b= 1,0351 (Tabela 7).

Para a conversão das exigências líquidas de proteína para ganho em exigências de proteína metabolizável para ganho (PM_g), calculou-se a eficiência (k), usando a equação descrita no NRC (2000), em que k = 83,4 - 0,114 PCVZ.

As exigências de proteína metabolizável para manutenção (PM_m) foram calculadas como PM_m = 4,0 x PC^{0,75}, conforme preconizado pelo BR-Corte (Valadares Filho et al., 2006).

Assim, tomando-se, por exemplo, um bezerro de 150 kg de peso corporal e com ganho de 0,75 kg/dia, as exigências líquidas de proteína para ganho seriam de 119,55 g/dia: PR = 0,135 x 1,0351 x (150 x 0,9622)^{0,0351} x (0,75 x 0,958 x 1000). As exigências de proteína metabolizável para ganho seriam de 178,43 g (119,55/0,67), enquanto as exigências de PM_m seriam de 171,45 = 4 x (150)^{0,75}. As exigências de PDR seriam de 279,72 g/dia (120 x 2,10 x 1,11) e as exigências de PNDR seriam de 235,75 (349,88 - 120 x 2,10 x 0,64)/0,8. As exigências de proteína bruta seriam, portanto, 515,47 g/dia (279,72 + 235,75).

Tabela 7- Exigências diárias de proteína para bezerros Nelore lactentes

PC	GPC	PM _m (g)	PR(g)	PM _g (g)	PM _t	NDT	PDR(g)	PNDR(g)	PB(g)
100	0,25	126,49	39,29	54,57	181,06	1,03	137,2	127,45	264,65
	0,50		78,57	109,13	235,62	1,27	169,16	172,61	341,77
	0,75		117,86	163,69	290,18	1,51	201,13	217,84	418,97
	1,00		157,14	218,25	344,74	1,74	231,77	263,89	495,66
125	0,25	149,53	39,59	56,56	206,09	1,23	163,84	139,55	303,39
	0,50		79,19	113,13	262,66	1,54	205,13	180,49	385,62
	0,75		118,78	169,69	319,22	1,83	243,76	223,36	467,12
	1,00		158,38	226,26	375,79	2,12	282,38	265,84	548,22
150	0,25	171,45	39,85	59,48	230,93	1,39	185,15	155,22	340,37
	0,50		79,70	118,96	290,41	1,76	234,43	194,05	428,48
	0,75		119,55	178,43	349,88	2,10	279,72	235,75	515,47
	1,00		159,40	237,91	409,36	2,43	323,68	278,42	602,10
175	0,25	192,46	40,25	62,40	254,86	1,59	211,79	165,94	377,73
	0,50		80,51	124,81	317,26	1,99	291,71	205,54	497,25
	0,75		120,76	187,21	379,67	2,37	348,98	247,07	596,05
	1,00		161,01	249,61	442,07	2,74	402,26	289,55	691,81
200	0,25	212,73	40,25	65,98	278,71	1,76	234,43	179,43	413,86
	0,50		80,51	131,98	344,71	2,19	291,71	220,65	512,36
	0,75		120,76	197,97	410,70	2,62	348,98	261,86	610,84
	1,00		161,01	263,95	476,68	3,02	402,26	305,93	708,19

NDT = exigências de nutrientes digestíveis totais. PCVZ = $0,9622 \times PC$; GPCVZ = $0,958 \times GPC$; $k = 83,4 - 0,114 \times PCVZ$; $k = 0,72; 0,70; 0,67$ e $0,61$ para 100; 125; 150; 175 e 200 kg de PC, respectivamente; PM_m (proteína metabolizável para manutenção) = $4 \times PC^{0,75}$; PM_g (proteína metabolizável para ganho) = PR/k ; PM_{total} (proteína metabolizável total) = $PM_m + PM_g$; PDR (proteína degradada no rúmen) = $120 \times NDT \times 1,11$; PNDR (proteína não degradada no rúmen) = $(PM_{total} - PB_{mic} \times 0,64)/0,8$; PB = PDR + PNDR.

O teor médio de PB no leite de vacas Nelore ordenhadas manualmente encontrado por Fonseca (2009) foi de 3,73 %, que multiplicado por 0,95 - percentual de proteína verdadeira no leite adotado pelo AFRC (1993) - resulta no valor de 3,54 % ou 35,4 g de proteína verdadeira por kg de leite. Considerando-se a eficiência de utilização da proteína metabolizável para lactação de 0,67 (NRC, 2001), obtém-se o valor de 52,8 g de proteína metabolizável (PM) por kg de leite, que correspondem às exigências de PM para produção de leite. Esse valor é superior aos 44,8 g de PM por kg de leite apresentado para leite com média de 3,15 % de PB (NRC, 2001; AFRC, 1993). Dessa forma, sugere-se que as exigências de proteína metabolizável para lactação de vacas Nelore sejam de 52,8 g/kg de leite e que esse valor pode ser convertido para exigências de PDR, PNDR e PB, utilizando os mesmos fatores recomendados para ganho de peso das vacas.

Em revisão sobre a eficiência de uso da proteína metabolizável, Schroeder & Titgemeyer (2008) afirmaram que as eficiências de utilização da proteína digestível para ganho de proteína corporal observadas em bezerros foram, na maioria dos trabalhos revisados, embora variáveis, inferiores ao valor fixo de 67% adotado pelo NRC (2001). Além disso, essa eficiência pode ser afetada por uma série de fatores, como nível de ingestão de proteína e energia, peso corporal, idade e genótipo dos animais, frequência de alimentação, etc (Schroeder & Titgemeyer, 2008).

EXIGÊNCIAS DE MINERAIS DE VACAS NELORE LACTANTES E SEUS BEZERROS

As exigências de manutenção para vacas e bezerros foram calculadas de acordo com os dados descritos na Tabela 8.

As exigências líquidas de macrominerais para ganho de peso de vacas Nelore (Tabela 10) foram calculadas a partir da equação: $Y = a \times b \times PCVZ^{b-1}$, sendo para o fósforo $a = 0,0987$ e $b = 0,5516$; para o magnésio $a = 0,0021$ e $b = 0,6773$; para o sódio $a = 0,0015$ e $b = 0,9425$, e para o potássio $a = 0,0040$ e $b = 0,7858$. Devido ao fato dos dados não se ajustarem de maneira adequada para o cálcio, adotaram-se os coeficientes $a = 0,0609$ e $b = 0,7777$ recomendados pelo sistema BR-CORTE (2006).

Tabela 8 - Perdas endógenas e biodisponibilidade de minerais para bovinos

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

¹ Dados obtidos do NRC (2000); ² Dados obtidos do ARC (1980).

Simulando uma condição de uma vaca de 350 kg de PC e ganhando um quilograma/dia, as exigências de manutenção de cálcio seriam obtidas da seguinte maneira: as exigências líquidas seriam de 5,39 g/dia ($15,4 \times 350/1000$) e as dietéticas de 10,78 g/dia ($5,39/0,50$), que correspondem às exigências líquidas divididas pela biodisponibilidade do mineral (Tabela 9). As exigências líquidas diárias de ganho seriam de 12,36 g ($0,7777 \times 0,0609 \times (350 \times 0,894)^{-0,2223} \times 0,936 \times 1000$) e as dietéticas de 24,72 g ($12,36/0,50$), totalizando assim 17,75 g/dia ($5,39 + 12,36$) para as exigências líquidas e 35,5 g/dia ($10,78 + 24,72$) para as exigências dietéticas totais de cálcio (Tabela 10). As exigências dietéticas totais de macrominerais para vacas Nelore lactantes são mostradas na Tabela 11.

Tabela 9 - Exigências líquidas e dietéticas diárias de macrominerais para manutenção de vacas Nelore lactantes (g/dia)

Exigências	Peso corporal (kg)			
	300	350	400	450
			Cálcio	
Líquidas	4,62	5,39	6,16	6,93
Dietéticas	9,24	10,78	12,32	13,86
			Fósforo	
Líquidas	4,80	5,60	6,40	7,20
Dietéticas	7,06	8,24	9,41	10,59
			Potássio	
Líquidas	33,09	38,42	43,76	49,09
Dietéticas	33,09	38,42	43,76	49,09
			Sódio	
Líquidas	2,04	2,38	2,72	3,06
Dietéticas	2,24	2,62	2,99	3,36
			Magnésio	
Líquidas	0,90	1,05	1,20	1,35
Dietéticas	5,29	10,78	12,32	13,86

CMS = 2,39% PC (Fonseca, 2009).

Tabela 10 - Exigências líquidas e dietéticas diárias de macrominerais para ganho de um quilograma de peso corporal de vacas Nelore lactantes (g/dia)

Exigências	Peso corporal (kg)			
	300	350	400	450
Líquidas	12,79	12,36	11,99	11,68
	25,58	24,72	23,98	23,36
Líquidas	4,15	3,88	3,65	3,46
	6,10	5,71	5,37	5,09
Líquidas	0,22	0,21	0,20	0,19
	0,19	1,24	1,18	1,12
Líquidas	0,96	0,95	0,94	0,94
	1,06	1,04	1,03	1,03
Líquidas	0,89	0,86	0,84	0,81
	0,89	1,86	1,84	0,81

$Y = a \times b \times PCVZ^{b-1}$; PCVZ = PC. 0,894; CMS = 2,39 % PC.

Tabela 11 - Exigências dietéticas diárias totais de macrominerais (manutenção + ganho de um quilograma de peso corporal) de vacas Nelore lactantes (g/dia)

Exigências	Peso corporal (kg)			
	300	350	400	450
Cálcio	34,82	35,5	36,3	37,22
Fósforo	13,16	13,95	14,78	15,68
Magnésio	6,58	12,02	13,5	14,98
Sódio	3,3	3,66	4,02	4,39
Potássio	33,98	39,28	44,6	49,9

As exigências líquidas de macrominerais para ganho de peso de bezerros Nelore (Tabela 13) foram calculadas a partir da equação: $Y = a \times b \times PCVZ^{b-1}$, sendo para o fósforo $a=0,00894$ e $b=0,9629$; para o magnésio $a=0,00045$ e $b=0,9827$; para o sódio $a=0,00126$ e $b=0,9791$, e para o potássio $a=0,00165$ e $b=0,9364$. Devido ao fato dos dados não se ajustarem de maneira adequada para o cálcio, adotaram-se novamente os coeficientes $a=0,0609$ e $b=0,7777$ recomendados pelo sistema BR-CORTE (2006).

Simulando uma condição de um bezerro Nelore lactente de 150 kg de PC e ganhando 0,75 kg/dia, as exigências de manutenção de cálcio seriam obtidas da seguinte maneira: as exigências líquidas seriam de 2,31 g/dia ($15,4 \times 150/1000$) e as dietéticas de 4,62 g/dia ($2,31/0,50$), que correspondem às exigências líquidas divididas pela biodisponibilidade do mineral, (Tabela 12). As exigências líquidas diárias de ganho seriam de 11,26 g ($0,7777 \times 0,0609 \times (150 \times 0,9622)^{-0,2223} \times (0,75 \times 0,958 \times 1000)$), enquanto as dietéticas seriam de 22,52 g ($11,26/0,50$), totalizando assim 13,57 g/dia ($2,31 + 11,26$) para as exigências líquidas e 27,14 g/dia ($4,62 + 22,52$) para as exigências dietéticas de cálcio (Tabela 13). Para o fósforo, as exigências líquidas e dietéticas para manutenção seriam, respectivamente, de 2,40 g/dia ($16,0 \times 150/1000$) e 3,53 g/dia ($2,40/0,68$). As exigências líquidas diárias de ganho seriam de 5,14 ($0,00894 \times 0,9629 \times (150 \times 0,9622)^{-0,0371} \times (0,75 \times 0,958 \times 1000)$), as dietéticas de 7,56 g/dia ($5,14/0,68$), totalizando assim 7,54 g/dia ($2,40 + 5,14$) e 11,09 g/dia ($3,53 + 7,56$) para as exigências líquidas e dietéticas de fósforo, respectivamente. Na Tabela 14 estão apresentadas as exigências líquidas e dietéticas totais dos macrominerais de bezerros lactentes.

Tabela 12 - Exigências líquidas e dietéticas diárias de macrominerais para manutenção de bezerros Nelore lactentes (g/dia)

Exigências	Peso corporal (kg)				
	100	125	150	175	200
			Cálcio		
Líquidas	1,54	1,93	2,31	2,70	3,08
Dietéticas	3,08	3,86	4,62	5,40	6,16
			Fósforo		
Líquidas	1,60	2,00	2,40	2,80	3,20
Dietéticas	2,35	2,94	3,53	4,12	4,71
			Magnésio		
Líquidas	0,30	0,38	0,45	0,53	0,60
Dietéticas	1,76	2,21	2,65	3,09	3,53
			Sódio		
Líquidas	0,68	0,85	1,02	1,19	1,36
Dietéticas	0,75	0,93	1,12	1,31	1,49
			Potássio		
Líquidas	11,66	14,30	16,94	19,58	22,22
Dietéticas	11,66	14,30	16,94	19,58	22,22

CMS = 2,35 % PC (Fonseca, 2009).

Tabela 13 - Exigências líquidas e dietéticas diárias de macrominerais para ganho de peso corporal de bezerros Nelore lactentes (g/dia)

GMD (kg/dia)		Peso corporal (kg)				
		100	125	150	175	200
				Cálcio		
0,50	Líquidas	8,22	7,82	7,51	7,26	7,04
	Dietéticas	16,44	15,64	15,02	14,52	14,52
0,75	Líquidas	12,33	11,73	11,26	10,89	10,57
	Dietéticas	24,66	23,46	22,52	21,78	21,14
1,00	Líquidas	16,44	15,64	15,02	14,51	14,09
	Dietéticas	32,88	31,28	30,04	29,02	28,18
				Fósforo		
0,50	Líquidas	3,48	3,45	3,43	3,41	3,39
	Dietéticas	5,12	5,07	5,04	5,01	4,99
0,75	Líquidas	5,22	5,18	5,14	5,11	5,09
	Dietéticas	7,68	7,62	7,56	7,51	7,49
1,00	Líquidas	6,96	6,90	6,86	6,82	6,78
	Dietéticas	10,24	10,15	10,09	10,03	9,97
				Magnésio		
0,50	Líquidas	0,27	0,27	0,27	0,27	0,26
	Dietéticas	1,59	1,59	1,59	1,59	1,53
0,75	Líquidas	0,81	0,80	0,80	0,80	0,79
	Dietéticas	4,76	4,71	4,71	4,71	4,47
1,00	Líquidas	1,07	1,07	1,07	1,06	1,06
	Dietéticas	6,29	6,29	6,29	6,24	6,24
				Sódio		
0,50	Líquidas	0,20	0,19	0,19	0,19	0,19
	Dietéticas	0,22	0,21	0,21	0,21	0,21
0,75	Líquidas	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
	Dietéticas	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
1,00	Líquidas	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
	Dietéticas	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
				Potássio		
0,50	Líquidas	0,55	0,55	0,54	0,53	0,53
	Dietéticas	0,55	0,55	0,54	0,53	0,53
0,75	Líquidas	0,83	0,82	0,81	0,80	0,79
	Dietéticas	0,83	0,82	0,81	0,80	0,79
1,00	Líquidas	1,11	1,09	1,08	1,07	1,06
	Dietéticas	1,11	1,09	1,08	1,07	1,06

$$Y = a \times b \times PCVZ^{b-1}; PCVZ = PC \times 0,894; CMS = 2,35 \% PC.$$

Tabela 14 - Exigências dietéticas diárias totais de macrominerais (manutenção + ganho) de bezerros Nelore lactentes (g/dia)

GMD (kg/dia)	Peso corporal (kg)				
	100	125	150	175	200
			Cálcio		
0,25	11,30	11,68	12,12	12,66	13,20
0,50	19,52	19,50	19,64	19,92	20,68
0,75	27,74	27,32	27,15	27,18	27,30
1,00	35,96	35,14	34,66	34,42	34,34
			Fósforo		
0,25	4,91	5,48	6,04	6,62	7,21
0,50	7,47	8,01	8,57	9,13	9,70
0,75	10,03	10,56	11,09	11,63	12,20
1,00	12,59	13,09	13,62	14,15	14,68
			Magnésio		
0,25	3,35	3,80	4,24	4,68	5,06
0,50	3,35	3,80	4,24	4,68	5,06
0,75	6,52	6,92	7,36	7,80	8,00
1,00	8,05	8,50	8,94	9,33	9,77
			Sódio		
0,25	0,86	1,04	1,23	1,42	1,60
0,50	0,97	1,14	1,33	1,52	1,70
0,75	1,07	1,25	1,44	1,63	1,81
1,00	1,18	1,36	1,55	1,74	1,92
			Potássio		
0,25	11,94	14,57	17,21	19,85	22,48
0,50	12,21	14,85	17,48	20,11	22,75
0,75	12,49	15,12	17,75	20,38	23,01
1,00	12,77	15,39	18,02	20,65	23,28

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureaux International, 1993. 159p.
- ANTHONY, W. B.; PARKS, P. F.; MAYTON, E. L.; BROWN, L. V.; STERLING, J. G.; PATTERSON, T. B. A new technique for securing milk production data for beef cows nursing calves in nutrition studies. **Journal of Animal Science**, v.18,p.1541-1541, 1959.
- ANUALPEC – **Anuário da Pecuária Brasileira**. Instituto iFNP: São Paulo. 380p. 2008.
- BOTTJE, W.G.; CARSTENS, G.E. Association of mitochondrial function and feed efficiency in poultry and livestock species. **Journal of Animal Science**, n.87, suppl. E, p.48-63, 2009.
- BOWDEN, D. M. Feed utilization for calf production in the first lactation by 2 years-old F1 crossbred beef cows. **Journal of Animal Science**, v.51, p.304-315, 1981.
- BROSH, A.; HENKIN, Z.; UNGAR, E.D. et al. Energy cost of activities and locomotion of grazing cows: a repeated study in larger plots. **Journal of Animal Science**, v.88, n.1, p.315-323, 2010.
- CALEGARE, L.N.P. **Exigências e eficiência energética de vacas de corte Nelore e de cruzamentos Bos taurus x Nelore**. Piracicaba, SP: ESALQ, 2004, 79p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, 2004.
- CALEGARE, L.; ALENCAR, M.M.; PACKER, I.U. et al. Energy requirements and cow/calf efficiency of Nelore and Continental and British Bos taurus x Nelore crosses. **Journal of Animal Science**, v.85, n.10, p.2413-2422, 2007.

- CARSTENS, G. E.; JHONSON, D. E.; JHONSON, K.A.; HOTOVOY, S. K.; SZYMANSKI, T. J. Genetic variation in energy expenditures of monozygous twin beef cattle at 9 and 20 months of age. In: **Energy Metabolism of Farm Animals**, Proc. 11th Symposium. 1988. EAAP Publ. No. 43:72.
- CERDÓTES, L; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C. et al. produção e Composição do Leite de Vacas de Quatro Grupos Genéticos Submetidas a Dois Manejos Alimentares no Período de Lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.33, p.610-622, 2004.
- CHIZZOTTI, M.L.; TEDESCHI, L.O.; VALADARES FILHO, S.C. A meta-analysis of energy and protein requirements for maintenance and growth of Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, v.86, n.7, p.1588-1597, 2008.
- CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; TEDESCHI, L.O.; CHIZZOTTI, F.H.M.; CARSTENS, G.E. Energy and protein requirements for growth and maintenance of F1 Nellore x Red Angus bulls, steers and heifers. **Journal of Animal Science**, v.85, n.8, p.1971-1981, 2007.
- COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION – CSIRO. **Nutrients requirements for Domestic Ruminants**. Victoria: 2007. 270p.
- CRUZ, G.M; ALENCAR; M.M.; TULLIO, R. R. Produção e composição do leite de vacas das raças canchim e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.5, p. 887-893, 1997.
- DiCONSTANZO, A.; MEISKE, J. C.; PLEGGE, S. D. Characterization of energetically efficient and inefficient beef cows. **Journal of Animal Science**, v.69, p.1337-1348, 1991.
- EVANS, J.L.; GOLDEN, B.L.; HOUGH, B.L. A new genetic prediction for cow maintenance energy requirements. In: BIF ANNUAL CONVENTION , 34. , 2002, Omaha. **Proceedings...** Omaha: Beef Improvement Federation, 2002. 10p.
- FLATT, W. P.; MOE, P. W.; MUNSON, A. W.; COOPER, T. Energy utilization by high producing dairy cows. II. Summary of energy balance experiments with lactating Holstein cows. Page 235 in **Energy Metabolism of Farm Animals**, EAAP Publ. 12, Warsaw, Poland.1967.
- FERRELL, C.L. Sources of variation in animal energy expenditures. In: INTERNACIONAL WORKSHOP ON MODELLING OF RUMINANT DIGESTION AND METABOLISM, 2., 1984, Davis. **Proceedings...**Davis: University of California, 1984. p.100-105.
- FERRELL, C.L., JENKINS, T.G. Cow type and the nutritional environment: nutritional aspects. **Journal of Animal Science**, v.61, n.2, p.725-741, 1985.
- FONSECA, M. A. **Exigências Nutricionais de Vacas e Bezerros Nelore, do nascimento à desmama**. Viçosa, MG: UFV, 2009. 87p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2009.
- FREETLY, H. C.; NIENABER, J. A.; BRANDL, T. B. Partitioning of energy during lactation of primiparous beef cows. **Journal of Animal Science**, v.84, p.2157-2162, 2006.
- GIFFORD, W. Records performance tests for beef cattle in breeding herds. Milk production, milk production of dams and growth of calves. **Arkansas Agricultural Experiment Bulletin** 531.
- HENRIQUES, L. T.; VALADARES FILHO, S. C.; FONSECA, M. A.; PAULINO, P.V.R., DETMANN, E.; VALADARES, R. F. D. Avaliação de modelos matemáticos e dos efeitos de consumo voluntário de vacas primíparas e de bezerros sobre a curva de lactação das vacas Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia** (Prelo). 2009.
- HOLLOWAY, J. W.; STEPHEBSM, D. F.; WHITEMAN, J.V.;TOTUSEK, R.. Efficiency pf production of 2-and 3-year-old Hereford, Hereford x Holstein and Holstein cows. **Journal of Animal Science**, v.41, p. 855-867, 1975.
- INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE – INRA. 1989. **Alimentation des bovines, ovins, et caprins**. JARRIGE. R. (Ed.) Paris: INRA.
- JENKINS, T.G.; FERRELL, C.L. A note on lactation curves of crossbred cows. **Animal Production**, v.39, p.479-482, 1984.

- JENKINS, T. G.; FERREL, C. L. Conversion efficiency trough weaning of nine breeds of cattle. **Beef Research, Progress Report**, n.4, p. 156-157, 1993.
- KNAPP, B.; BLACK, W. H. Factors influencing the rate of gain in beef calves during the suckled period. **Journal of Agricultural Research**, v.63, p.249-249, 1941.
- KELLY, A.K.; MCGEE, M.; CREWS Jr., D.H. et al. Effect of divergence in residual feed intake on feeding behavior, blood metabolic variables, and body composition traits in growing beef heifers. **Journal of Animal Science**, v.88, n.1, p.109-123, 2010.
- LAMOND, D. R.; HOLMES, J. H. G.; HAYDOCK, K. P. Estimation of yield and composition of milk produced by grazing beef cows. **Journal of Animal Science**, v.29, p.606-611, 1969.
- LOFGREEN, G. P.; GARRET, W.N.A. System for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.27, n.3, p.793-806, 1968.
- MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R. et al. Exigências nutricionais de proteína, energia e macrominerais de bovinos Nelore de três classes sexuais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1587-1596, 2009.
- MAYNARD, L. A.; LOOSLI, J. K.; HINTZ, H. F. et al. **Nutrição Animal**. 3 ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. 736p.
- METCALF, J. A.; WRAY-CAHEN, D.; CHETTLE, E. E. et al. The effect of dietary crude protein as protected soybean meal on mammary metabolism in the lactating dairy cow. **Journal of Animal Science**, v.79, p.603-611, 1996.
- MOE, P.W.; TYRRELL, H.F.; FLATT, W.P. Energetics of body tissue mobilization. **Journal of Dairy Science**, v.54, n.4, p.548-553, 1971.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. National Academic Press. Washington, D.C.: 2001. 381p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. National Academic Press. Washington, D.C.: 2000. 248p.
- PAULINO, P.V.R. **Desempenho, composição corporal e exigências nutricionais de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais**. Viçosa-MG, UFV, 2006. 167p. (Doutorado em Zootecnia). 2006.
- PORTO, M. O. **Suplementos múltiplos para bovinos de corte nas fases de cria, recria e terminação em pastagem de *Brachiaria Decumbens***. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2009. 140p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2009.
- RESTLE, J. PACHECO, P.S.; MOLETTA, J. L. et al. Grupo Genético e nível nutricional pós-parto na produção e composição do leite de vacas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n. , p.585-597, 2003.
- REYNOLDS, C. K. Economics o Visceral Energy Metabolism in Ruminants: Tool keeping or internal revenue service. **Journal of Animal Science**, v. 80, Suppl.2, p.E74 – E84, 2002.
- REYNOLDS, C. K & TYRRELL, H. F. Energy Metabolism in lactating beef heifers. **Journal of Animal Science**, v.78, p.2696-2705, 2000.
- RUTLEDGE, J. J.; ROBINSON, O.W. AHLSCHEDE, W. T. et al. Milk yield and its influence on 205-day weight of beef calves. **Journal of Animal Science**, v.33, p. 563-567, 1971.
- SCHMIDT, G. H.; Van VLECK, L. D. **Bases científicas de la producción lechera**. Zaragoza: Acribia, 1976, 583p.
- SCHROEDER, G.F.; TITGEMEYER, E.C. Interaction between protein and energy supply on protein utilization in growing cattle: a review. **Livestock Science**, v.114, n.1, p.1-10, 2008.

- SENNA, D. B. **Desempenho reprodutivo e produção de leite de vacas de quatro grupos genéticos, desterneiradas precocemente, submetidas a diferentes tipos de pastagem cultivada.** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1996. 85p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria.
- SOLIS, J. C., BYERS, F. M.; SCHELLING, G. T. et al. Maintenance requirements and energetic efficiency of cows of different breed types. **Journal of Animal Science**, v.66, p. 764-773, 1988.
- SILVA, M. V. G. B.; MARTINEZ, M. L.; LEMOS, A. M. Efeitos do meio ambiente sobre as características de produção de leite e gordura, percentagem de gordura e duração da lactação de um rebanho Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.2, p.317-325, 1995.
- VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, P. V. R.; MAGALHÃES, K. A. **Exigências Nutricionais de Zebuínos e Tabelas de Composição de Alimentos - BR - CORTE.** 1. ed. – Viçosa: UFV, DZO, 2006. 142p.
- WEBSTER, A. J. F. Energy metabolism and requirements. In: CURCH, D. C. (Ed.). **Digestive physiology and nutrition of ruminants.** 2 ed. Oregon: Book Stores, 1979. p. 210-229.
- YOKOO, M.J.; LOBO, R.B.; ARAÚJO, F.R.C. et al. Genetic associations between carcass traits measured by real-time ultrasound and scrotal circumference and growth traits in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, v.88, n.1, p.52-58, 2010.