

EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE PROTEÍNA PARA BOVINOS DE CORTE

Marcos Inácio Marcondes¹, Mateus Pies Gionbelli¹, Sebastião de Campos Valadares Filho², Mário Luiz Chizzotti³, Mário Fonseca Paulino⁴

¹Doutorando em Zootecnia do DZO-UFV, ²Professor do DZO-UFV. Coordenador do INCT de Ciência Animal: scvfilho@ufv.br, ³Professor DZO-UFLA, ⁴Professor do DZO-UFV. Membro do INCT de Ciência Animal

INTRODUÇÃO

A proteína é um dos nutrientes mais nobres para os seres vivos, estando envolvida em funções vitais diversas no organismo tais como: crescimento e reparo dos tecidos, catálise enzimática, transporte e armazenamento, movimento coordenado, sustentação mecânica, proteção imunitária, geração e transmissão de impulsos nervosos, controle do metabolismo, do crescimento e da diferenciação celular. Portanto, garantir adequado suprimento protéico aos animais significa provê-los de um nutriente essencial para manutenção de sua homeostase, propiciando a produção de carne de forma eficiente. Os ruminantes apresentam peculiaridades em sua nutrição protéica, porém, suas demandas em proteína são atendidas através de aminoácidos absorvidos no intestino delgado, como em qualquer outro animal, apesar de grande parte da proteína absorvível (50 a 80%) ser advinda da proteína microbiana sintetizada no rúmen (Bach et al., 2005).

Apesar de sua importância, a proteína verdadeira é o nutriente de mais alto custo unitário nas dietas de bovinos de corte, sendo que sua inclusão de forma desequilibrada resulta em elevação nos custos de produção (Cavalcante et al., 2005). Inúmeros trabalhos têm sido conduzidos visando avaliar sua substituição por fontes alternativas e de mais baixo custo, como a uréia, buscando atender as exigências dos animais de forma mais econômica (Magalhães et al., 2005). Aliado ao seu alto custo, o excesso de proteína na dieta resulta em alterações reprodutivas (Elrod & Butler, 1993) e em aumento nas excreções de uréia na urina, que, quando convertida a amônia, passa a representar um composto que pode se tornar sério poluente, principalmente em ecossistemas frágeis (Klemesrud et al., 2000). Desta forma, há uma pressão da sociedade mundial como um todo sobre os sistemas de produção animal, principalmente os mais intensificados, para que adotem medidas que visem reduzir o seu impacto ambiental. E a correta formulação das dietas, atendendo exatamente as exigências protéicas dos animais é uma das formas de se garantir que excessos de uréia não serão excretados para o ambiente (Todd et al., 2006). Evidentemente que tal medida só pode ser tomada, quando se conhecem as exigências em proteína dos animais, que para bovinos de corte, podem ser subdivididas em exigências para manutenção, crescimento, gestação ou lactação (NRC, 2000).

EXIGÊNCIAS DE PROTEÍNA PARA MANTENÇA

A demanda de proteína para manutenção para um bovino é igual às perdas metabólicas fecais e urinárias, além daquelas perdas de proteína por descamação. Wilkerson et al. (1993) encontraram valor diário de exigência de proteína metabolizável (PM) para manutenção de $3,8 \text{ g/PV}^{0,75}$, sendo esse valor adotado pelo NRC (2000). Essa exigência de proteína para manutenção foi obtida a partir de 45 observações individuais envolvendo fontes protéicas diversas, com número de animais por fonte protéica variando de 3 a 30. O valor 3,8 foi obtido pela divisão do intercepto (242) da equação de regressão do consumo de proteína metabolizável

(g/dia) em função do ganho de peso (kg/dia) dos animais, pelo peso vivo médio metabólico dos animais (63,44) pertencentes ao banco de dados utilizado.

O NRC (2000) preferiu adotar o valor encontrado por Wilkerson et al. (1993) por esse ter sido determinado a partir de dados de crescimento dos animais, ao contrário dos valores de 3,25 g/PCVZ^{0,75}/dia e 3,52 g/PV^{0,75}/dia obtidos pelo sistema francês (INRA, 1988) e por Smuts (1935), respectivamente, que foram derivados de experimentos envolvendo balanço de nitrogênio, embora o trabalho de Susmel et al. (1993) tenha confirmado, via balanço de nitrogênio, o valor de 3,8 g PM/PV^{0,75}. Já o AFRC (1993) calculou, pelo somatório das exigências basais de nitrogênio endógeno e perdas demais por descamação e pêlos, valor de exigências diárias de proteína metabolizável para manutenção de 2,30 g/ PV^{0,75}.

Ainda há um número reduzido de trabalhos nacionais envolvendo a mensuração das exigências de proteína para manutenção de zebuínos. Ezequiel (1987) obteve exigências diárias de proteína metabolizável para manutenção de 1,72 e 4,28 g/PV^{0,75} para novilhos Nelore e Holandês, respectivamente. Valadares et al. (1997), considerando a soma das perdas endógenas fecais, estimadas pela regressão entre a ingestão de nitrogênio digestível e o consumo de nitrogênio e as perdas endógenas urinárias, obtidas pela regressão entre a excreção de nitrogênio urinário e o consumo de nitrogênio, calcularam as exigências diárias de proteína metabolizável para manutenção de 4,13 g/PV^{0,75}.

Na primeira edição do BR-CORTE foi adotado o valor de exigência líquida de proteína para manutenção de 2,69 g/PV^{0,75} obtido por Vêras (2006). Os autores avaliaram machos inteiros, castrados e fêmeas alimentados com quatro níveis de proteína bruta (7, 10, 13 e 15%) e não verificaram efeito de classe sexual sobre os requisitos (Figura 1). As exigências líquidas de proteína para manutenção foram obtidas como sendo o intercepto da regressão ($0,4313 \times 6,25 = 2,69$) entre o nitrogênio retido e o consumo de nitrogênio.

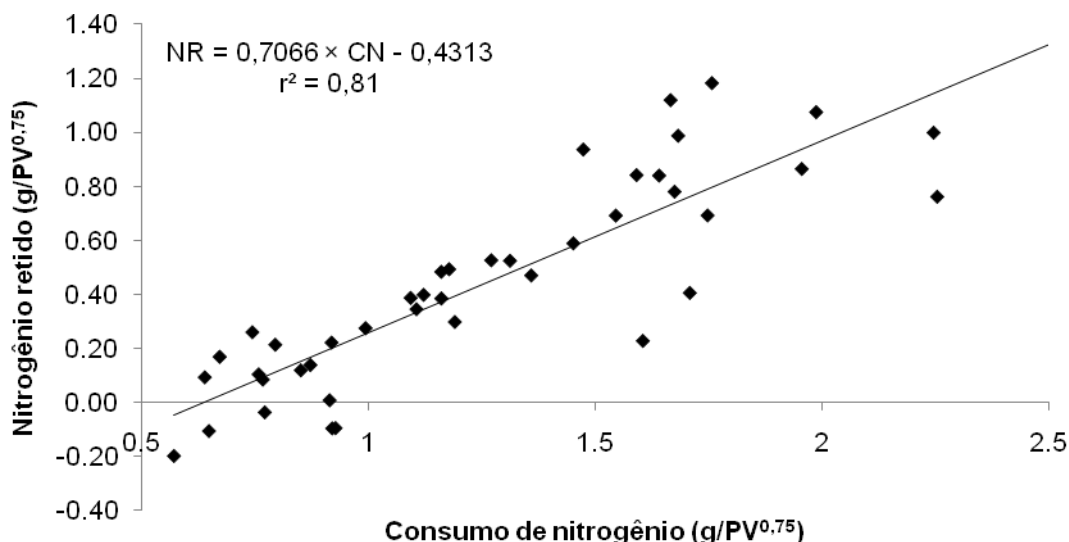


Figura 1 - Relação entre o nitrogênio retido (NR) e o consumo de nitrogênio (CN), expressos em (g/kg^{0,75}). Adaptada de Vêras (2006).

Para converter as exigências líquidas de proteína em exigências de proteína metabolizável para manutenção, utilizou-se o fator de 0,667, obtido através da relação entre nitrogênio retido e nitrogênio absorvido (Figura 2) muito próxima à

recomendada pelo NRC (1985) de 0,67. Utilizando-se essa eficiência e considerando-se as exigências líquidas de proteína para manutenção de 2,69 g de proteína/kg^{0,75}, foi obtida a exigência diária de proteína metabolizável de 4,03 g/kg^{0,75}, bastante próxima ao valor recomendado pelo NRC (2000), de 3,8 g/kg^{0,75}. Dessa forma, o BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2006) recomendou usar o valor de 4 g de PM/PV^{0,75} como exigências de PM para manutenção (PM_m).

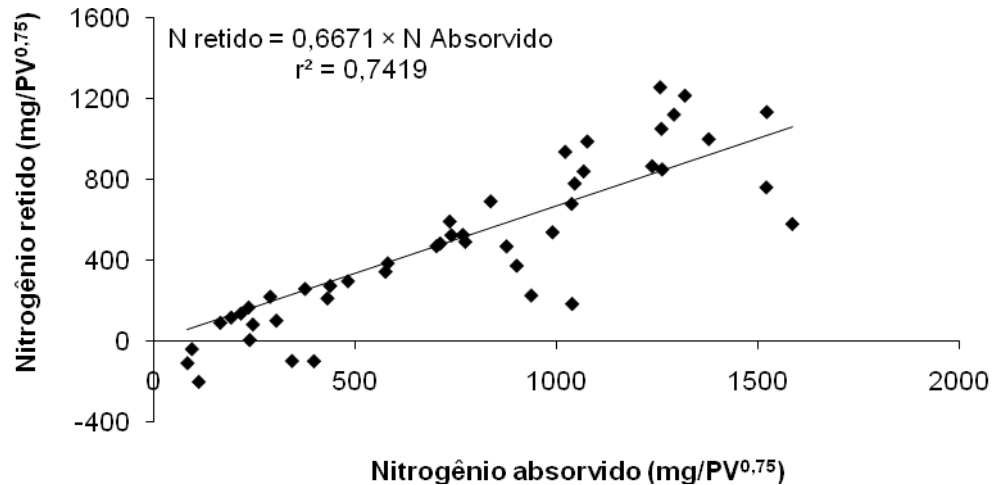


Figura 2 - Relação entre o nitrogênio retido (NR) e o nitrogênio absorvido. Adaptada de Vêras (2006).

Trabalhar com o consumo de proteína bruta pode proporcionar diversos erros de estimação, uma vez que o mesmo não considera o valor biológico da proteína bruta, assim como a eficiência de produção de proteína bruta microbiana (PBmic) por kg de matéria seca digestível. Dessa forma, mais adequado seria trabalhar com o consumo de proteína metabolizável, que contabiliza a proteína disponível no intestino delgado. A partir da eficiência recomendada no capítulo 2, de 120 g de PBmic/kg de NDT, foi possível converter o consumo de proteína bruta do banco de dados do BR-CORTE em consumo de proteína metabolizável e correlacionar esse consumo com o ganho médio diário, conforme sugerido pelo NRC (2000). Dessa forma, o requerimento de PM_m seria o ponto onde o animal teria um ganho diário nulo (Figura 3).

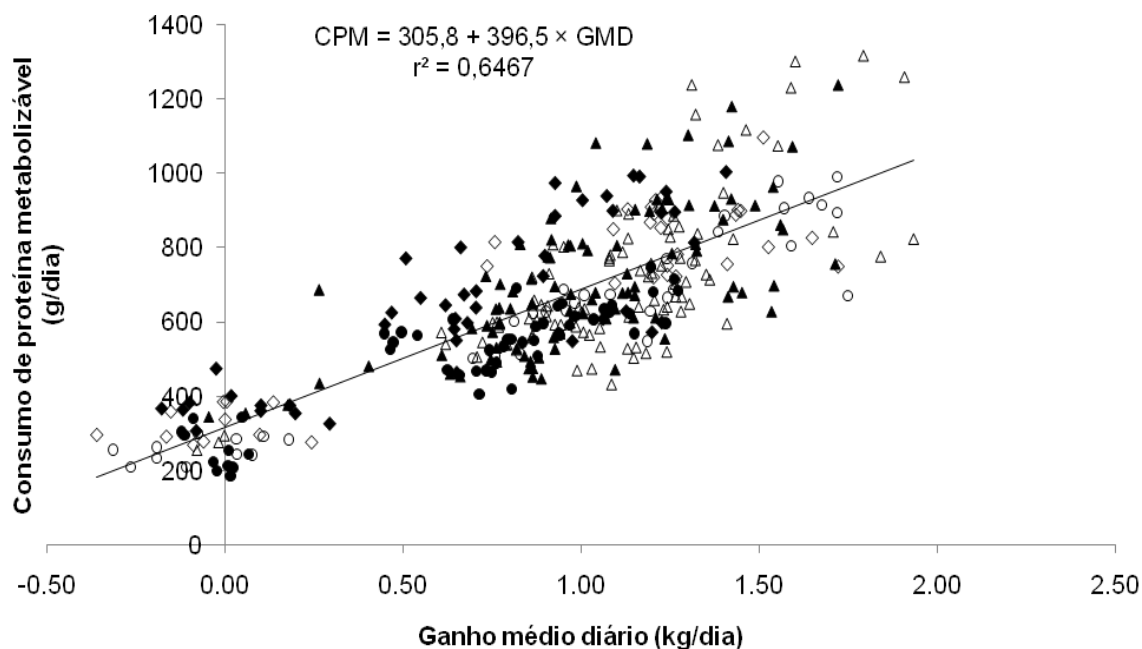


Figura 3 - Relação entre o consumo de proteína metabolizável (COM) e o ganho médio diário (GMD). Os símbolos representam dados de machos inteiros (\blacktriangle , \triangle), machos castrados (\diamond , \blacklozenge), e fêmeas (\circ , \bullet). Pontos sólidos representam animais Nelore, e pontos vazios representam animais cruzados *Bos indicus* \times *Bos taurus*.

Avaliando o consumo de proteína metabolizável (CPM) em função do ganho médio diário de peso corporal (GMD), observa-se que o modelo não apresentou efeitos de grupo genético ou classe sexual ($P > 0,05$), possibilitando a adequação de uma equação conjunta:

$$\text{CPM} = 305,8 + 396,5 \times \text{GMD}$$

onde CPM é o consumo de proteína metabolizável (g/dia) e GMD é o ganho médio (kg/dia).

De acordo com a proposta do NRC (2000), os requisitos de PM_m seriam obtidos dividindo o intercepto da equação pela média do peso metabólico dos animais utilizados para gerar a equação. Assim, dividindo-se 305,8 pelo peso metabólico médio dos animais avaliados foi obtida exigência de PM_m de 4,14 g de $\text{PM}/\text{PCVZ}^{0,75}$, equivalente a 3,81 g de $\text{PM}/\text{PV}^{0,75}$.

Outra opção para estimar os requisitos de PM_m seria utilizar o ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) ao invés do GMD, uma vez que aquela variável minimiza erros provocados por efeitos de enchimento.

Quando correlacionados o CPM e o GPCVZ foi verificado efeito de grupo genético sobre a taxa de acréscimo nas exigências de proteína para ganho (Figura 4), contudo não foi encontrado efeito de grupo genético ou condição sexual sobre o intercepto, mostrando não haver diferenças entre essas classes.

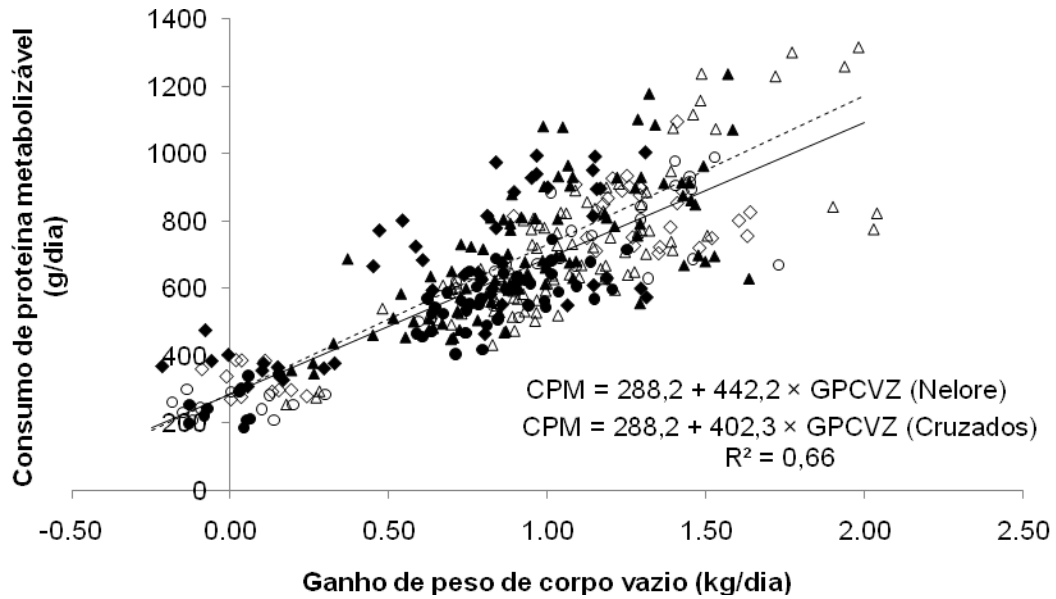


Figura 4 - Relação entre o consumo de proteína metabolizável (CPM) e o ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ). Os símbolos representam dados de machos inteiros (\blacktriangle , \triangle), machos castrados (\diamond , \blacklozenge), e fêmeas (\circ , \bullet). Pontos sólidos representam animais Nelore, e pontos vazios representam animais cruzados *Bos indicus* \times *Bos taurus*. A linha sólida representa animais Nelore e a linha pontilhada representa animais cruzados.

O efeito de grupo genético sobre os requisitos de PM para ganho será discutido posteriormente. As equações desenvolvidas foram:

Nelore	$CPM = 288,2 + 442,4 \times GPCVZ$
Cruzados	$CPM = 288,2 + 402,3 \times GPCVZ$

onde CPM é o consumo de proteína metabolizável (g/dia) e GPCVZ é o ganho de peso de corpo vazio (kg/dia).

Como o intercepto para ambos os grupos raciais foi igual, pode-se obter as exigências de PM_m dividindo-se o valor 288,2 pelo peso de corpo vazio médio metabólico dos animais, obtendo-se, dessa forma, um requisito de 3,91 g de $PM/PCVZ^{0,75}$.

Percebe-se que os dois modelos gerados para estimar a PM_m produzem valores muito próximos àquele proposto na última versão do BR-CORTE de 4,0 g/ $PV^{0,75}$. Em média, as exigências de PM_m utilizando os modelos descritos acima foram de 4,03 g/ $PCVZ^{0,75}$ $[(3,91 + 4,14)/2 = 4,03 \text{ g de } PM/PCVZ^{0,75}]$ ou 3,71 g/ $PV^{0,75}$. Assim, propõe-se a manutenção do valor de 4,0 g de $PM/PV^{0,75}$ para as exigências de PM_m .

O banco de dados de animais em pastejo mostrou que nestas condições há um aumento nos requisitos de PM_m . Foram testados somente efeitos do GMD sobre o CPM, uma vez que a análise sobre o GPCVZ não produziu resultados coerentes (Figura 5).

A equação desenvolvida foi:

$$CPM = 354,28 + 261,55 \times GMD$$

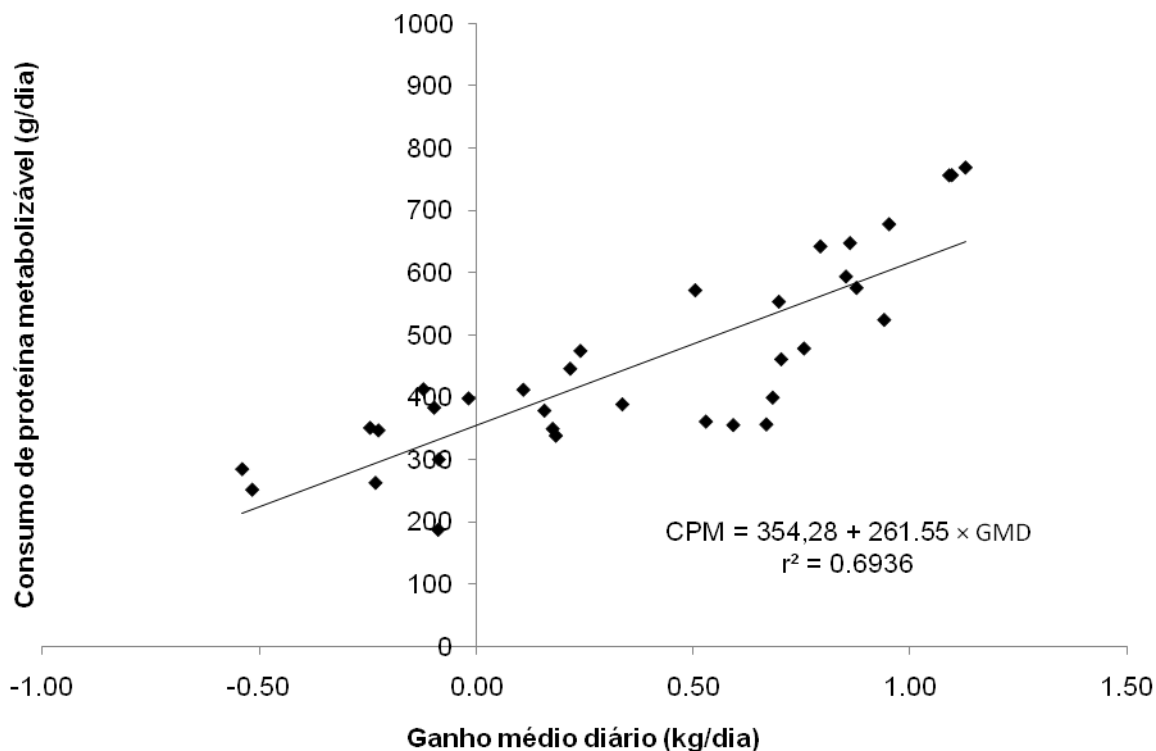


Figura 5 - Relação entre o consumo de proteína metabolizável e o ganho médio diário (GMD) de animais em sistema de pastejo.

Assim, dividindo o intercepto pelo peso metabólico médio dos animais utilizados para gerar a equação, foram obtidos requisitos de PM_m de $4,87 \text{ g/PCVZ}^{0,75}$, ou $4,5 \text{ g/PV}^{0,75}$. Dessa forma percebe-se que animais terminados a pasto possuem requerimentos de proteína metabolizável 12,3% superiores àqueles em confinamento.

Os resultados obtidos para as exigências de PM_m são coerentes com aqueles encontrados para as exigências de EL_m , em que animais em condição de pastejo foram 11% mais exigentes que aqueles mantidos em confinamento. Esse maior requisito de PM_m provavelmente deve-se à maior necessidade para suprir as atividades voluntárias diárias de animais em condição de pastejo.

EXIGÊNCIAS DE PROTEÍNA PARA GANHO DE PESO

As exigências líquidas de proteína para crescimento e terminação são dependentes do conteúdo de matéria seca livre de gordura no ganho de peso. Desta forma, sua determinação é dependente da mensuração da composição corporal dos animais, variando, assim, com o peso, taxa de ganho de peso, raça, sexo, efeitos dietéticos e manejo nutricional (Fox & Black, 1984). Em decorrência dessa variação no conteúdo do ganho, observa-se que os requerimentos líquidos de proteína para ganho são maiores em bovinos inteiros do que em castrados e em animais de maturidade tardia do que animais mais precoces (Geay, 1984), uma vez que machos inteiros depositam mais tecido magro no corpo do que machos castrados (Vanderwert et al., 1985), que, por sua vez, depositam mais do que fêmeas de mesma idade (Berg & Butterfield, 1976).

Na primeira versão do BR-CORTE, as exigências líquidas de proteína para ganho de peso (ou proteína retida) foram estimadas a partir de equações de regressão da proteína retida (PR) em função da energia retida (ER) e do ganho de

peso vivo em jejum (GMD). As equações obtidas, para cada classe sexual, independentemente, foram as seguintes:

Machos inteiros	$PL_g = 26,46 - 9,38 \times ER + 183,49 \times GMD$
Machos castrados	$PL_g = 1,42 - 12,29 \times ER + 180,03 \times GMD$
Fêmeas	$PL_g = 26,81 - 16,48 \times ER + 163,87 \times GMD$

onde PL_g são os requisitos líquidos de proteína para ganho (g/dia), ER é a energia retida (Mcal/dia) e GMD é o ganho médio (kg/dia).

O NRC (2000) sugere outro modelo para estimar os requerimentos líquidos de proteína para ganho ($PR = GMD \times [268 - 29,4 \times (ER/GMD)]$), em que se relaciona o ganho de proteína não só com a energia retida, mas com a proporção de energia no ganho. Nesta edição, o BR-CORTE sugere utilizar o modelo semelhante ao descrito pelo NRC (2000), mas substituindo o GMD pelo ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ).

A nova proposta de exigências líquidas de proteína para ganho (PL_g), utilizando o banco de dados atualizado do BR-CORTE, apresentou efeito de grupo genético e condição sexual sobre o modelo, contudo não foram observadas diferenças entre animais castrados ou fêmeas, independente do grupo genético. Os modelos obtidos foram:

Nelore

Machos inteiros	$PL_g = 238,79 \times GPCVZ - 15,68 \times ER$
Machos castrados e fêmeas	$PL_g = 163,73 \times GPCVZ - 4,65 \times ER$

Cruzados

Machos inteiros	$PL_g = 219,43 \times GPCVZ - 15,01 \times ER$
Machos castrados e fêmeas	$PL_g = 188,71 \times GPCVZ - 7,67 \times ER$

onde PL_g são os requisitos líquidos de proteína para ganho (g/dia), ER é a energia retida (Mcal/dia) e GPCVZ é o ganho de peso de corpo vazio (kg/dia).

As equações indicam maiores coeficientes do GPCVZ para animais inteiros em relação a castrados e fêmeas, evidenciando um forte efeito do nível de testosterona circulante sobre a deposição de proteína no ganho, ou seja, animais inteiros têm maior potencial de crescimento, mas também maiores exigências de PL_g . As equações também mostram que esse efeito é menor para animais cruzados em relação aos da raça Nelore.

Tomando como exemplo um animal Nelore de 300 kg, com ganho médio de um kg/dia, foram calculados requisitos líquidos de proteína para ganho de 171,21 g/dia para machos inteiros e de 133,28 g/dia $[(134,44+132,12)/2]$ para animais castrados e fêmeas. Para um animal cruzado, *Bos indicus* × *Bos taurus*, os requisitos foram de 162,44 para inteiros e 149,81 g/dia $[(151,69+147,93)/2]$ para animais castrados e fêmeas.

Para animais em condições de pastejo foi obtida uma equação conjunta para machos inteiros e castrados:

$$PL_g = 221,39 \times GPCVZ - 6,61 \times ER$$

É possível que o maior valor obtido para animais no pasto seja explicado pelo menor peso de abate desses animais. Além disso, o peso metabólico médio destes animais foi menor (71,78 kg) em relação àqueles em confinamento (79,73 kg), o que pode indicar que esses animais ainda estavam em uma fase de maior deposição de proteína e menor deposição de gordura.

Tomando-se como exemplo um mesmo animal Nelore de 300 kg com ganho médio de um kg/dia, foram calculados requisitos líquidos de proteína para ganho de 195,50 g/dia, sugerindo que não só as exigências de manutenção, mas também aquelas de ganho são maiores para animais em condições de pastejo.

Eficiência de utilização da proteína metabolizável

A partir do conhecimento da eficiência parcial de utilização da proteína metabolizável para ganho (k), pode-se converter as exigências líquidas de proteína em exigências de proteína metabolizável, que englobam a proteína não degradada no rúmen digestível e a proteína microbiana verdadeira digestível, ou seja, a quantidade de aminoácidos disponíveis para absorção no intestino delgado.

O NRC (1984), com base no trabalho de Zinn & Owens (1983), relatou que o valor biológico médio de aminoácidos absorvidos por bovinos é de 66%. Com base nesse e em outros estudos, o NRC (1985) adotou valores de 0,5 e 0,65 para eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho (k), sendo esses valores baseados no valor biológico da proteína e no valor de uma mistura ideal de aminoácidos (Oldham, 1987). Oldham (1987) sugeriu ainda uma eficiência de 0,85 para todas as funções fisiológicas, como um valor referente à eficiência de conversão de uma mistura ideal de aminoácidos. Como na prática isso não acontece, a eficiência real normalmente encontra-se abaixo deste valor.

O valor biológico da proteína microbiana é alto, em função da elevada qualidade da mistura de aminoácidos dessa fonte protéica, fazendo com que a proporção de proteína microbiana na proteína total que chega ao intestino possa alterar a eficiência de utilização da proteína metabolizável (NRC, 1996).

O sistema francês (INRA, 1988) utiliza uma k variável à medida que se aumenta o peso corporal. Ainslie et al. (1993) e Wilkerson et al. (1993) confirmaram esta eficiência decrescente, fazendo com que o NRC (1996 e 2000) adotasse a equação desenvolvida por Ainslie et al. (1993) para estimar a k para animais de 150 a 300 kg, como sendo:

$$k = 83,4 - (0,114 \times \text{PCVZ}_{\text{eq}})$$

Esta equação prevê que um bovino com 150 kg de PCVZ_{eq} tenha uma eficiência utilização da PM para ganho de 0,663, enquanto que um bovino com 300 kg teria uma eficiência de 0,492. Os dados de Ainslie et al. (1993) e Wilkerson et al. (1993) foram obtidos com pesos variando de 150 a 300 kg, e em função disso, o NRC (2000) utiliza essa equação somente para animais com PCVZ_{eq} menor que 300 kg. Para pesos superiores, o NRC (2000) utilizou o valor fixo de 0,492, oriundo das publicações anteriores (NRC, 1984), salientando, ainda que quando os animais atingem pesos próximos a 400 kg, os requisitos de proteína para ganho são baixos.

O sistema britânico (AFRC, 1993) denomina a eficiência de utilização de uma mistura ideal de aminoácidos de k_{aai} , e salienta que essa é característica do animal. Entretanto, esse sistema reconhece que, na prática, valores mais baixos do que a eficiência ideal têm sido encontrados, sendo o valor prático dependente, basicamente, da qualidade da mistura de aminoácidos na proteína não degradada no rúmen digestível (PNDRd) e da proporção entre PNDRd e a proteína microbiana verdadeira digestível que alcança o intestino delgado. O AFRC (1993) considera uma eficiência de utilização da PM fixa de 1,0 para manutenção, 0,59 para ganho, 0,85 para gestação, 0,68 para lactação e 0,26 para produção de lã.

Na literatura nacional apenas três trabalhos apresentam resultados de eficiência de uso da PM para ganho, obtida como sendo a inclinação da reta da PR em função do consumo de PM. Marcondes et al. (2009) obtiveram uma eficiência

parcial de uso da PM para ganho de 50,18%, já Gionbelli (2010) encontrou uma eficiência de 42,07%. Marcondes et al. (2010) observaram uma k de 37,51%, avaliando animais Nelore e cruzados Nelore \times Angus e Nelore \times Simental; segundo os últimos autores, o uso de subprodutos da agroindústria pode diminuir a qualidade da proteína disponível no intestino delgado, reduzindo a k . Essa pode ser uma das razões para os menores valores de eficiência obtidos em condições brasileiras em relação às normalmente encontradas em outras condições (CSIRO, 2007; NRC, 2000; AFRC, 1993; INRA, 1988). Marcondes et al. (2009) e Gionbelli (2010) trabalharam com níveis de proteína bruta superiores à 12,5% de PB na MS da dieta, o que também pode explicar as menores eficiências encontradas nestes trabalhos.

A versão anterior do BR-CORTE utilizou as recomendações preconizadas pelo NRC (2000) para a k . Nesta edição o valor de k foi considerado como o coeficiente de regressão obtido entre a proteína retida e o CPM.

A avaliando a proteína retida (PR) em função do CPM (Figura 6), não foram encontrados efeitos de grupo genético ou condição sexual sobre a k , sendo o modelo final:

$$PR = - 2,223 + 0,4691 \times CPM$$

Onde PR é a proteína retida ($\text{g/PCVZ}^{0,75}$) e CPM é o consumo de proteína metabolizável ($\text{g/PCVZ}^{0,75}$)

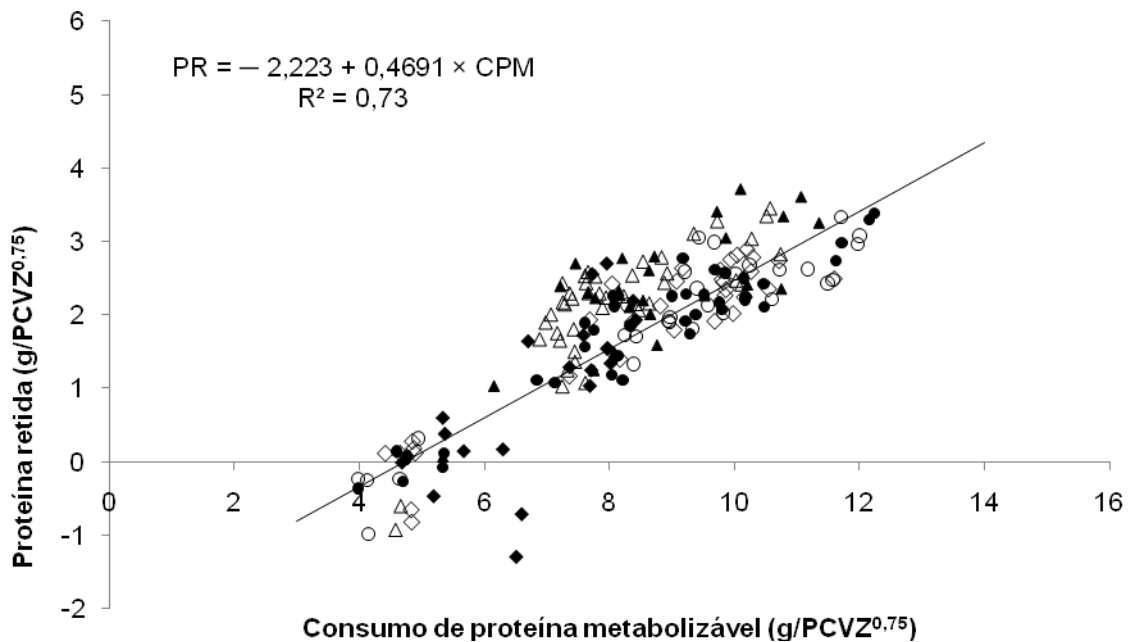


Figura 6 - Relação entre a proteína retida e o consumo de proteína metabolizável. Os símbolos representam dados de machos inteiros (\blacktriangle , \triangle), machos castrados (\diamond , \blacklozenge), e fêmeas (\circ , \bullet). Pontos sólidos representam animais Nelore, e pontos vazios representam animais cruzados *Bos indicus* \times *Bos taurus*.

Observa-se uma eficiência de utilização da PM para ganho média de 46,9% para animais zebuínos puros e cruzados, valor este próximo ao preconizado pelo NRC (2000) de 49,2%.

Contudo a maioria dos sistemas é unânime em dizer que o uso de uma k constante não representa a real eficiência dos animais (CSIRO, 2007; NRC, 2000; AFRC, 1993; INRA, 1988). Todavia, como preconizado por Oldham (1987), a k

parece estar mais relacionada com o tipo de PM do que com o $PCVZ_{eq}$, como sugerido pelo INRA (1988). Tomando os estudos utilizados para estimar a equação apresentada na Figura 6 e estimando a eficiência média de cada experimento foi possível correlacionar a k com o $PCVZ_{eq}$.

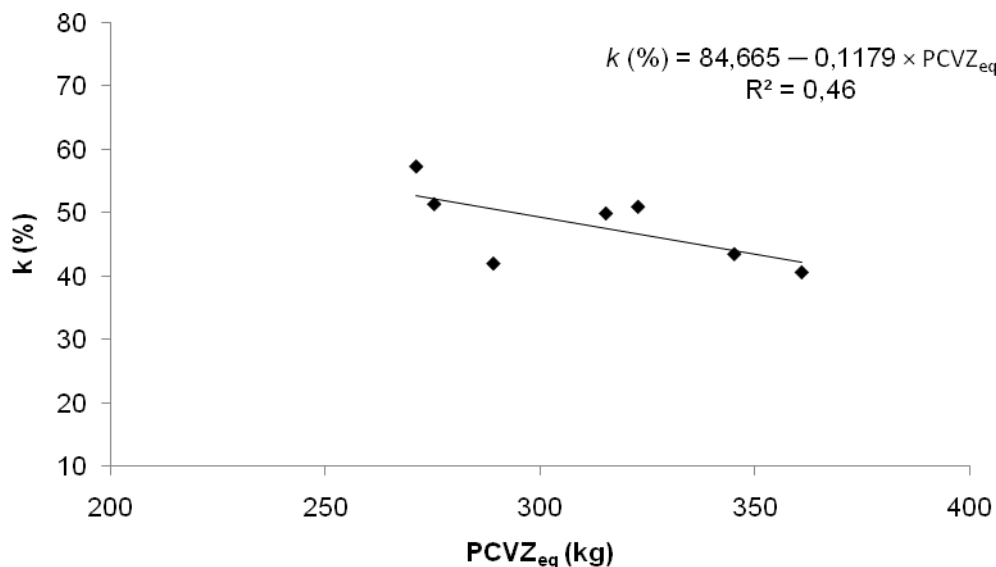


Figura 7 - Relação entre a eficiência parcial de uso da proteína metabolizável para ganho (k) e o peso de corpo vazio equivalente.

A seguinte equação foi desenvolvida para estimar a k :

$$k (\%) = 84,665 - 0,1179 \times PCVZ_{eq}$$

Onde $PCVZ_{eq}$ é o peso de corpo vazio equivalente.

Percebe-se que a equação desenvolvida é semelhante à sugerida pelo NRC (2000) para animais com peso inferior a 300 kg. Todavia, observa-se que foram utilizados animais com até 360 kg de $PCVZ_{eq}$.

Tomando como exemplo um animal de 150 kg, projeta-se, com o uso da equação acima, uma eficiência de uso da proteína metabolizável de 67%, valor este próximo àquele de 66% sugerido pela equação do NRC (2000). Com o aumento do peso dos animais, há uma redução nesta eficiência. O NRC (2000) não possui dados de eficiência para animais com mais de 300 kg e por isso utilizou uma eficiência constante de 49,2% para animais com pesos maior ou igual a 300 kg.

Considerando que o banco de dados do BR-CORTE possui animais com até 492 kg (Marcondes et al., 2010), recomenda-se usar a equação de estimação da eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho descrita acima para animais com peso vivo em jejum menor ou igual a 350kg e um valor de eficiência constante de 46,9% para animais com peso maior que 350kg. O peso vivo em jejum de 350kg foi usado, pois nesse peso foi calculada pela equação a eficiência de 46,9%, que é igual ao valor obtido pelo coeficiente de regressão quando se relacionou a proteína retida em função do consumo de proteína metabolizável.

O uso do mesmo modelo para estimar a k para animais em condição de pastejo não produziu resultados satisfatórios, provavelmente devido à baixa quantidade de dados existentes e à dificuldade de estimar o consumo de proteína de animais nessa condição. Assim decidiu-se adotar em animais a pasto as mesmas eficiências preconizadas para animais em confinamento.

Para a obtenção das exigências de PDR de bovinos em condições brasileiras foi utilizada a eficiência de síntese de proteína microbiana de 120 g de PBmic/kg de NDT consumido, obtida a partir da compilação de dados nacionais e recomendada no segundo capítulo desta publicação. Também foi considerada a eficiência de conversão de nitrogênio degradado no rúmen para nitrogênio microbiano de 90%, ou seja, as exigências de PDR são calculadas como $1,11 \times \text{PBmic}$. O consumo de NDT utilizado será obtido a partir da conversão das exigências de energia líquida para manutenção e ganho de peso, descritas no capítulo de energia, para cada classe sexual.

Para calcular as exigências de PNDR, foram utilizados os fatores descritos pelo NRC (2000), ou seja, considerou-se que a proteína bruta microbiana possui 80% de aminoácidos e que esses possuem uma digestibilidade intestinal de 80%. Também se considerou um valor fixo de 80% para a digestibilidade da PNDR no intestino delgado. No entanto, já estão disponíveis valores de digestão intestinal da proteína bruta de alguns alimentos utilizados no país. Estes dados estão disponíveis nas Tabelas Brasileiras de Composição Alimentos para Bovinos (CQBAL 3.0), podendo ser acessados em www.ufv.br/cqbal. Assim, se o pesquisador desejar, ele pode usar, para calcular as exigências de PNDR, valores variáveis para a digestibilidade intestinal da PNDR.

TABELAS DE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE PROTEÍNA

A partir da determinação das exigências líquidas de proteína para ganho (PL_g) e sua posterior conversão em exigências de proteína metabolizável para ganho (PM_g), que somadas às exigências de PM_m , foram obtidas as exigências totais de proteína metabolizável (PM). Nas Tabelas 1 e 2 são apresentados os resumos de todas equações que foram utilizadas para a estimação dos requerimentos de proteína para animais zebuínos e cruzados de diferentes classes sexuais, nessa edição do BR-CORTE.

As Tabelas 3 e 4 apresentam, respectivamente, as exigências líquidas de proteína para ganho para animais Nelore puros e cruzados, enquanto as respectivas exigências totais de proteína metabolizável são mostradas nas Tabelas 5 e 6.

As Tabelas 7 e 8 apresentam as exigências de PDR para animais Nelore e cruzados, respectivamente, de diferentes classes sexuais, enquanto as respectivas exigências de PNDR estão apresentadas nas Tabelas 9 e 10, e as exigências de PB são mostradas nas Tabelas 11 e 12. Na Tabela 13 são apresentadas as exigências líquidas de proteína para ganho, as exigências totais de PM, PDR, PNDR e de PB para bovinos Nelore em sistema de pastejo.

Tabela 1 - Resumo dos modelos de estimativa dos requisitos nutricionais de proteína para animais Nelore puros e cruzados de três condições sexuais, em sistema de confinamento

Item	Equações	Unidade
PCVZ	$0,895 \times PVJ$	kg
GPCVZ	Nelore: $0,935 \times GMD$ Cruzados: $0,966 \times GMD$	kg/dia
PCVZ _{eq}	Nelore: $(PCVZ/430) \times 440$ Cruzados: $(PCVZ/455) \times 440$	kg
ER	Machos inteiros: $0,053 \times PCVZ_{eq}^{0,75} \times GPCVZ^{1,095}$ Machos castrados: $0,064 \times PCVZ_{eq}^{0,75} \times GPCVZ^{1,095}$ Fêmeas: $0,072 \times PCVZ_{eq}^{0,75} \times GPCVZ^{1,095}$	Mcal/dia
PL _g	Nelore Machos inteiros: $238,79 \times GPCVZ - 15,68 \times ER$ Machos castrados e fêmeas: $163,73 \times GPCVZ - 4,65 \times ER$ Cruzados Machos inteiros: $219,43 \times GPCVZ - 15,01 \times ER$ Machos castrados e fêmeas: $188,71 \times GPCVZ - 7,67 \times ER$	g/dia
k	$PVJ \leq 350$ kg: $k (\%) = 84,665 - 0,1179 \times PCVZ_{eq}$ $PVJ > 350$ kg: $k (\%) = 46,9$	%
PM _g	PL_g/k	g/dia
PM _m	$4,0 \times PV^{0,75}$	g/dia
PM total	$PM_m + PM_g$	g/dia
PBmic	$120 \times NDT$ (kg/dia)	g/dia
PDR	$1,11 \times PBmic$ (kg/dia)	g/dia
PNDR	$[(PM - (PBmic \times 0,64)]/0,80$	g/dia
PB	$PDR + PNDR$	g/dia

Tabela 2 - Resumo dos modelos de estimativa dos requisitos nutricionais de proteína para animais Nelore puros em sistema de pastejo

Item	Equações	Unidade
PCVZ	$0,863 \times PVJ$	kg
GPCVZ	$0,955 \times GMD$	kg/dia
PCVZ _{eq}	Nelore: $(PCVZ/430) \times 440$	kg
ER	$0,052 \times PCVZ_{eq}^{0,75} \times GPCVZ^{1,062}$	Mcal/dia
PL _g	$PL_g = 221,39 \times GPCVZ - 6,61 \times ER$	g/dia
k	$PVJ \leq 350$ kg: $k (\%) = 84,665 - 0,1179 \times PCVZ_{eq}$ $PVJ > 350$ kg: $k (\%) = 46,9$	%
PM _g	PL_g/k	g/dia
PM _m	$4,5 \times PV^{0,75}$	g/dia
PM total	$PM_m + PM_g$	g/dia
PBmic	$120 \times NDT$ (kg/dia)	g/dia
PDR	$1,11 \times PBmic$ (kg/dia)	g/dia
PNDR	$[(PM - (PBmic \times 0,64)]/0,80$	g/dia
PB	$PDR + PNDR$	g/dia

Dessa forma, supondo um animal Nelore inteiro de 400 kg, ganhando 1 kg/dia em confinamento, têm-se:

- $PCVZ = 0,895 \times PVJ = 0,895 \times 400 = 358 \text{ kg}$
- $GPCVZ = 0,935 \times GMD = 0,935 \times 1 = 0,935 \text{ kg/dia}$
- $PCVZ_{eq} = (PCVZ/430) \times 440 = (358/430) \times 440 = 366,33 \text{ kg}$
- $EL_g = 0,053 \times PCVZ_{eq}^{0,75} \times GPCVZ^{1,095} = 0,053 \times 366,33^{0,75} \times 0,935^{1,095} = 4,12 \text{ Mcal/dia}$
- $PL_g = 238,79 \times GPCVZ - 15,68 \times ER = 238,79 \times 0,935 - 15,68 \times 4,12 = 158,67 \text{ g}$
- $k = 46,9\%$
- $PM_m = 4,0 \times PV^{0,75} = 4,0 \times 400^{0,75} = 357,77 \text{ g}$
- $PM_g = PL_g/k = 158,67/0,469 = 338,32 \text{ g}$
- $PM \text{ total} = PM_m + PM_g = 357,77 + 338,32 = 696,09 \text{ g}$
- $PBmic = 120 \text{ g} \times NDT = 120 \times 5,08 \text{ kg de NDT} = 609,6 \text{ g}$
- $PDR = 1,11 \times PBmic = 1,11 \times 609,6 = 676,66 \text{ g}$
- $PNDR = [PM - (PBmic \times 0,64)]/0,80 = [696,09 - (609,6 \times 0,64)]/0,80 = 382,43 \text{ g}$
- $PB = PDR + PNDR = 1.059,09 \text{ g}$

Tabela 3 - Exigências líquidas de proteína para ganho de peso, expressas em g/dia, de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais, pesos e taxas de ganho de peso

Ganho de peso (kg/dia)	Peso Corporal					
	200	250	300	350	400	450
	Machos Inteiros					
0,50	93,72	90,43	87,29	84,31	81,49	78,67
0,75	139,32	134,31	129,45	124,74	120,19	115,80
1,00	184,85	177,80	171,21	164,78	158,67	152,71
1,25	230,07	221,13	212,66	204,51	196,51	188,99
1,50	275,12	264,15	253,80	243,76	234,20	224,95
	Machos castrados					
0,50	70,16	69,00	67,88	66,81	65,79	64,77
0,75	104,73	102,92	101,15	99,48	97,90	96,31
1,00	139,32	136,81	134,44	132,16	129,93	127,79
1,25	173,82	170,61	167,59	164,66	161,83	159,08
1,50	208,23	204,32	200,60	197,07	193,63	190,28
	Fêmeas					
0,50	69,37	68,02	66,77	65,61	64,40	63,28
0,75	103,48	101,43	99,48	97,57	95,76	94,04
1,00	137,60	134,77	132,12	129,51	127,05	124,63
1,25	171,64	168,01	164,62	161,31	158,15	155,08
1,50	205,58	201,16	196,98	192,98	189,07	185,35

Tabela 4 - Exigências líquidas de proteína para ganho de peso, expressas em g/dia, de bovinos cruzados de diferentes classes sexuais, pesos e taxas de ganho de peso

Ganho de peso (kg/dia)	Peso Corporal					
	200	250	300	350	400	450
Machos Inteiros						
0,50	88,87	85,72	82,72	80,02	77,17	74,61
0,75	132,37	127,57	122,91	118,41	114,21	110,00
1,00	175,34	168,74	162,44	156,28	150,43	144,87
1,25	218,39	209,83	201,73	194,07	186,57	179,36
1,50	260,92	250,56	240,65	231,20	222,19	213,33
Machos castrados						
0,50	80,56	78,64	76,80	75,12	73,35	71,74
0,75	120,32	117,33	114,50	111,73	109,13	106,52
1,00	159,74	155,60	151,69	148,01	144,33	140,88
1,25	199,12	193,91	188,92	184,09	179,49	175,04
1,50	238,31	231,87	225,81	219,90	214,31	208,86
Fêmeas						
0,50	79,26	77,11	75,04	73,05	71,20	69,29
0,75	118,25	114,88	111,73	108,59	105,67	102,76
1,00	156,91	152,30	147,93	143,71	139,65	135,66
1,25	195,52	189,61	184,01	178,64	173,43	168,44
1,50	233,86	226,65	219,83	213,23	206,94	200,81

Tabela 5 - Exigências totais (manutenção + ganho de peso) de proteína metabolizável (PM), expressas em g/dia, de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais, pesos e taxas de ganho de peso

Ganho de peso (kg/dia)	Peso Corporal					
	200	250	300	350	400	450
Machos Inteiros						
0,50	361,33	408,30	455,34	503,56	531,52	558,55
0,75	433,63	484,38	536,00	589,82	614,04	637,72
1,00	505,82	559,80	615,89	675,25	696,09	716,42
1,25	577,52	634,93	695,19	760,01	776,77	793,77
1,50	648,94	709,53	773,90	843,76	857,13	870,45
Machos castrados						
0,50	323,97	371,14	418,20	466,22	498,05	528,91
0,75	378,78	429,95	481,85	535,93	566,51	596,16
1,00	433,63	488,72	545,54	605,65	634,81	663,28
1,25	488,33	547,33	608,96	674,99	702,82	730,00
1,50	542,89	605,78	672,12	744,14	770,63	796,52
Fêmeas						
0,50	322,72	369,44	416,08	463,66	495,08	525,74
0,75	376,80	427,37	478,66	531,85	561,95	591,32
1,00	430,90	485,18	541,10	600,00	628,67	656,55
1,25	484,87	542,82	603,28	667,84	694,98	721,47
1,50	538,69	600,30	665,19	735,41	760,90	786,01

Tabela 6 - Exigências totais (manutenção + ganho de peso) de proteína metabolizável (PM), expressas em g/dia, de bovinos zebuínos cruzados de diferentes classes sexuais, pesos e taxas de ganho de peso

Ganho de peso (kg/dia)	Peso Corporal					
	200	250	300	350	400	450
Machos Inteiros						
0,50	351,03	396,41	441,38	487,15	522,31	549,89
0,75	418,72	467,16	515,74	565,58	601,29	625,35
1,00	485,59	536,76	588,88	642,94	678,52	699,70
1,25	552,58	606,23	661,57	720,15	755,57	773,24
1,50	618,77	675,09	733,58	796,00	831,52	845,67
Machos castrados						
0,50	338,10	384,44	430,43	477,14	514,17	543,77
0,75	399,97	449,85	500,18	551,93	590,46	617,93
1,00	461,31	514,55	568,99	626,05	665,51	691,19
1,25	522,60	579,32	637,87	699,76	740,48	764,03
1,50	583,58	643,49	706,12	772,91	814,72	836,14
Fêmeas						
0,50	336,07	381,85	427,17	472,91	509,58	538,55
0,75	396,75	445,71	495,06	545,52	583,08	609,91
1,00	456,91	508,97	562,03	617,27	655,53	680,06
1,25	516,99	572,05	628,78	688,62	727,56	749,96
1,50	576,66	634,67	695,06	759,29	799,01	818,98

Tabela 7 - Exigências de proteína degradada no rúmen (PDR), expressas em g/dia, de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais, pesos e taxas de ganho de peso

Ganho de peso (kg/dia)	Peso Corporal					
	200	250	300	350	400	450
Machos Inteiros						
0,50	339,66	390,28	435,56	479,52	522,14	560,77
0,75	396,94	447,55	502,16	547,45	599,40	648,68
1,00	450,22	516,82	572,76	626,04	676,66	729,94
1,25	514,15	575,42	639,36	708,62	759,24	816,52
1,50	576,76	646,02	716,62	776,56	847,15	911,09
Machos castrados						
0,50	350,32	402,26	452,88	495,50	542,12	587,41
0,75	414,25	472,86	524,81	583,42	631,37	683,32
1,00	479,52	547,45	610,06	667,33	725,94	781,88
1,25	548,78	618,05	684,65	756,58	827,17	891,11
1,50	622,04	695,30	772,56	853,81	916,42	983,02
Fêmeas						
0,50	359,64	412,92	460,87	511,49	558,11	604,73
0,75	430,24	484,85	550,12	604,73	662,00	709,96
1,00	503,50	570,10	635,36	700,63	756,58	816,52
1,25	572,76	656,68	727,27	793,87	865,80	933,73
1,50	652,68	743,26	824,51	897,77	975,02	1049,62

Tabela 8 - Exigências de proteína degradada no rúmen (PDR), expressas em g/dia, de bovinos zebuínos cruzados de diferentes classes sexuais, pesos e taxas de ganho de peso

Ganho de peso (kg/dia)	Peso Corporal					
	200	250	300	350	400	450
Machos Inteiros						
0,50	342,32	392,94	438,23	483,52	531,47	575,42
0,75	404,93	459,54	515,48	562,10	607,39	658,01
1,00	466,20	522,14	583,42	632,70	692,64	747,25
1,25	530,14	592,74	659,34	717,95	779,22	828,50
1,50	586,08	667,33	736,60	801,86	860,47	921,74
Machos castrados						
0,50	356,98	404,93	456,88	507,49	547,45	592,74
0,75	420,91	480,85	538,13	591,41	647,35	693,97
1,00	490,18	555,44	616,72	681,98	737,93	795,20
1,25	563,44	635,36	703,30	767,23	837,83	901,76
1,50	626,04	716,62	795,20	861,80	939,06	1010,99
Fêmeas						
0,50	362,30	419,58	472,86	515,48	566,10	612,72
0,75	440,89	498,17	556,78	619,38	664,67	719,28
1,00	510,16	582,08	650,02	709,96	776,56	833,83
1,25	590,08	660,67	735,26	813,85	888,44	957,71
1,50	668,66	752,58	831,17	919,08	987,01	1062,94

Tabela 9 - Exigências de proteína não degradada no rúmen (PNDR), expressas em g/dia, de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais, e taxas de ganho de peso

Ganho de peso (kg/dia)	Peso Corporal					
	200	250	300	350	400	450
Machos Inteiros						
0,50	206,86	229,10	255,26	283,85	288,08	294,03
0,75	255,96	282,92	308,08	342,72	335,55	329,63
1,00	307,80	327,27	357,06	392,86	382,43	369,45
1,25	351,34	378,94	408,19	439,29	423,76	403,73
1,50	395,50	421,31	450,90	495,02	460,85	431,42
Machos castrados						
0,50	152,48	174,01	196,35	225,66	231,84	237,78
0,75	174,92	196,64	224,07	249,43	253,10	252,72
1,00	196,44	216,34	242,25	276,10	270,31	265,58
1,25	214,89	238,72	267,76	298,46	282,37	270,26
1,50	230,29	256,11	283,35	314,82	302,81	287,17
Fêmeas						
0,50	144,20	164,20	187,94	210,94	216,61	221,34
0,75	160,92	184,77	201,85	228,97	225,32	227,47
1,00	175,75	195,60	218,46	245,04	240,56	232,21
1,25	193,29	205,25	229,94	262,64	244,73	228,88
1,50	202,96	214,70	237,25	272,22	248,41	226,03

Tabela 10 - Exigências de proteína não degradada no rúmen (PNDR), expressas em g/dia, de bovinos zebuínos cruzados de diferentes classes sexuais, pesos e taxas de ganho de peso

Ganho de peso (kg/dia)	Peso Corporal					
	200	250	300	350	400	450
Machos Inteiros						
0,50	192,07	212,31	235,89	260,46	269,85	272,64
0,75	231,56	252,75	273,16	301,86	313,85	307,45
1,00	270,99	294,63	315,62	347,68	348,95	336,07
1,25	308,65	330,59	351,76	382,75	382,86	369,43
1,50	351,06	362,90	386,10	417,08	419,24	392,77
Machos castrados						
0,50	165,35	188,71	208,76	230,67	248,15	252,51
0,75	196,60	215,75	237,39	263,67	271,52	272,25
1,00	223,36	242,87	266,76	291,04	300,05	290,87
1,25	247,17	266,23	290,46	321,74	321,76	305,12
1,50	278,28	287,88	309,53	345,02	341,60	316,54
Fêmeas						
0,50	158,97	174,91	193,16	219,62	228,98	231,59
0,75	178,18	198,10	217,55	235,50	249,81	243,99
1,00	203,46	216,69	234,06	259,91	259,73	249,12
1,25	220,96	238,90	256,06	274,22	269,13	247,21
1,50	238,91	250,94	269,79	286,71	287,40	257,65

Tabela 11 - Exigências de proteína bruta (PB), expressas em g/dia, de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais, pesos e taxas de ganho de peso

Ganho de peso (kg/dia)	Peso Corporal					
	200	250	300	350	400	450
Machos Inteiros						
0,50	546,52	619,38	690,82	763,37	810,22	854,80
0,75	652,90	730,47	810,24	890,17	934,95	978,31
1,00	758,02	844,09	929,82	1018,90	1059,09	1099,39
1,25	865,49	954,36	1047,55	1147,91	1183,00	1220,25
1,50	972,26	1067,33	1167,52	1271,58	1308,00	1342,51
Machos castrados						
0,50	502,80	576,27	649,23	721,16	773,96	825,19
0,75	589,17	669,50	748,88	832,85	884,47	936,04
1,00	675,96	763,79	852,31	943,43	996,25	1047,46
1,25	763,67	856,77	952,41	1055,04	1109,54	1161,37
1,50	852,33	951,41	1055,91	1168,63	1219,23	1270,19
Fêmeas						
0,50	503,84	577,12	648,81	722,43	774,72	826,07
0,75	591,16	669,62	751,97	833,70	887,32	937,43
1,00	679,25	765,70	853,82	945,67	997,14	1048,73
1,25	766,05	861,93	957,21	1056,51	1110,53	1162,61
1,50	855,64	957,96	1061,76	1169,99	1223,43	1275,65

Tabela 12 - Exigências de proteína bruta (PB), expressas em g/dia, de bovinos zebuínos cruzados de diferentes classes sexuais, pesos e taxas de ganho de peso

Ganho de peso (kg/dia)	Peso Corporal					
	200	250	300	350	400	450
Machos Inteiros						
0,50	534,39	605,25	674,12	743,98	801,32	848,06
0,75	636,49	712,29	788,64	863,96	921,24	965,46
1,00	737,19	816,77	899,04	980,38	1041,59	1083,32
1,25	838,79	923,33	1011,10	1100,70	1162,08	1197,93
1,50	937,14	1030,23	1122,70	1218,94	1279,71	1314,51
Machos castrados						
0,50	522,33	593,64	665,64	738,16	795,60	845,25
0,75	617,51	696,60	775,52	855,08	918,87	966,22
1,00	713,54	798,31	883,48	973,02	1037,98	1086,07
1,25	810,61	901,59	993,76	1088,97	1159,59	1206,88
1,50	904,32	1004,50	1104,73	1206,82	1280,66	1327,53
Fêmeas						
0,50	521,27	594,49	666,02	735,10	795,08	844,31
0,75	619,07	696,27	774,33	854,88	914,48	963,27
1,00	713,62	798,77	884,08	969,87	1036,29	1082,95
1,25	811,04	899,57	991,32	1088,07	1157,57	1204,92
1,50	907,57	1003,52	1100,96	1205,79	1274,41	1320,59

Tabela 13 - Exigências de proteína, expressas em g/dia, de bovinos Nelore em sistema de pastejo, de diferentes pesos e taxas de ganho de peso

Ganho de peso (kg/dia)	Peso Corporal					
	200	250	300	350	400	450
Proteína líquida para ganho						
0,50	98,12	96,73	95,42	94,16	92,94	91,76
0,75	146,89	144,76	142,74	140,79	138,92	137,11
1,00	195,57	192,68	189,93	187,30	184,76	182,30
1,25	244,19	240,52	237,04	233,70	230,48	227,36
1,50	292,75	288,31	284,08	280,03	276,12	272,33
Proteína metabolizável						
0,50	393,01	447,90	502,96	564,90	600,66	635,32
0,75	469,40	529,80	591,52	664,34	698,70	732,01
1,00	545,66	611,52	679,86	763,50	796,43	828,35
1,25	621,81	693,12	768,02	862,44	893,93	924,44
1,50	697,87	774,61	856,06	961,21	991,23	1020,33
Proteína degradável no rúmen						
0,50	348,98	399,60	447,55	494,17	538,13	580,75
0,75	404,93	460,87	512,82	563,44	612,72	660,67
1,00	462,20	523,48	580,75	636,70	689,98	741,92
1,25	520,81	586,08	650,02	709,96	768,56	824,51
1,50	580,75	651,35	719,28	784,55	848,48	909,76
Proteína não degradável no rúmen						
0,50	239,75	271,87	306,14	349,96	362,98	375,59
0,75	294,91	330,09	369,80	424,34	431,78	438,85
1,00	348,95	387,13	431,26	495,49	498,26	500,72
1,25	401,90	444,00	491,55	566,37	563,49	561,32
1,50	453,78	498,82	551,67	636,07	627,52	619,73
Proteína bruta						
0,50	588,73	671,47	753,70	844,13	901,11	956,34
0,75	699,84	790,96	882,62	987,78	1044,50	1099,52
1,00	811,15	910,60	1012,01	1132,19	1188,24	1242,65
1,25	922,71	1030,08	1141,57	1276,33	1332,05	1385,82
1,50	1034,54	1150,16	1270,95	1420,62	1476,00	1529,48

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFRC. **Energy and Protein Requirements of Ruminants**. Wallingford, UK: Agricultural and Food Research Council. CAB International, 1993. 159p.
- AINSLIE, S. J.; FOX, D. G.; PERRY, T. C., et al. Predicting amino acid adequacy of diets fed to Holstein steers. **Journal of Animal Science**, v.71, p.1312-1319, 1993.
- BACH, A.; CALSAMIGLIA, S.; STERN, M. D. Nitrogen metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.88, n.1, p.E9-E21, 2005.
- BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. **New Concepts of Cattle Growth**. Sidney: Macarthur Press, 1976. 255p.

- CAVALCANTE, M. A. B.; PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. C., et al. 2005. **Níveis de proteína bruta em dietas para bovinos de corte: consumo, digestibilidade total e desempenho produtivo**, v.34, n.3, p.711-719, 2005.
- CSIRO. **Nutrient Requirements of Domesticated Ruminants**. Collingwood, VIC:Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, 2007. 270p.
- ELROD, C. C.; BUTLER, W. R. Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. **Journal of Animal Science**, v.71, n.3, p.694-701, 1993.
- EZEQUIEL, J. M. B., **Exigências de proteína e minerais de bovídeos: frações endógenas**. 1987. 131p.Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1987.
- FOX, D. G.; BLACK, J. R. A system for predicting body composition and performance of growing cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, n.3, p.725-739, 1984.
- GEAY, Y. Energy and protein utilization in growing cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, n.3, p.766-778, 1984.
- GIONBELLI, M. P., **Desempenho produtivo e exigências nutricionais de fêmeas Nelore em crescimento**. 2010 (no prelo). 101p.Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2010 (no prelo).
- INRA - INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE-. **Alimentation des bovines, ovins, et caprins**. Paris, FR:INRA, 1988. 192p.
- KLEMESRUD, M. J.; KLOPFENSTEIN, T. J.; STOCK, R. A., et al. Effect of dietary concentration of metabolizable lysine on finishing cattle performance. **Journal of Animal Science**, v.78, n.4, p.1060-1066, 2000.
- MAGALHÃES, K. A.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D., et al. Produção de Proteína Microbiana, Concentração Plasmática de Uréia e Excreções de Uréia em Novilhos Alimentados com Diferentes Níveis de Uréia ou Casca de Algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1400-1407, 2005.
- MARCONDES, M. I.; VALADARES FILHO, S. C.; OLIVEIRA, I. M., et al. Requerimentos de proteína de animais Nelore puros e cruzados com as raças Angus e Simental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2010 (submetido).
- 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.
- NRC. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 6th.ed. Washington, DC:National Academy Press, 1984. p.
- NRC. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7th.ed. Washington, DC:National Academy Press, 1996. 242p.
- NRC. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. updated 7th.ed. Washington, DC:National Academy Press, 2000. 242p.
- NRC. **Ruminant Nitrogen Usage**. Washington, DC:National Academy Press, 1985. 138p.
- OLDHAM, J. D. Efficiencies of amino acid utilization. In: JARRIGE, R.; ALDERMAN, G.(Ed). **Feed Evaluation and Protein Requirement Systems for Ruminants**.ed. Brussels: Commission of the European Communities, 1987. 171-186
- SMUTS, D. The relation between the basal metabolism and the endogenous nitrogen metabolism, with particular reference to the maintenance requirement of protein. **Journal of Nutrition**, v.9, n.4, p.403-433, 1935.
- SUSMEL, P.; SPANGHERO, M.; STEFANON, B., et al. N losses, purine N derivatives excretion and intestinal digestible protein requirements of cows for maintenance. **Livestock Production Science**, v.36, n.3, p.213-222, 1993.

- TODD, R. W.; COLE, N. A.; CLARK, R. N. Reducing crude protein in beef cattle diet reduces ammonia emissions from artificial feedyard surfaces. **Journal of Environmental Quality**, v.35, n.2, p.404-111, 2006.
- VALADARES, R. F. D.; GONÇALVES, L. C.; SAMPAIO, I. B., et al. Protein levels in cattle diets. 2. Intake, digestibilities, and nitrogen balance. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1259-1263, 1997.
- 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, MG:Suprema Grafica Ltda, 2006. 142p.
- VANDERWERT, W.; BERGER, L. L.; MCKEITH, F. K., et al. Influence of zeranol implants on growth, behaviour and carcass traits in Angus and Limousin bulls and steers. **Journal of Animal Science**, v.61, n.2, p.310-319, 1985.
- VÉRAS, R. M. L., **Consumo, digestibilidades total e parcial, produção microbiana e exigências de proteína para manutenção de bovinos Nelore**. 2006. 115p.Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.
- WILKERSON, V. A.; KLOPFENSTEIN, T. J.; BRITTON, R. A., et al. Metabolizable protein and amino acid requirements of growing cattle. **Journal of Animal Science**, v.71, n.10, p.2777-2784, 1993.
- ZINN, R. A.; OWENS, F. N. Influence of feed intake level on site of digestion in steers fed a high concentrate diet. **Journal of Animal Science**, v.56, n.2, p.471-475, 1983.

