

**KEDES PAULO PEREIRA**

**BALANÇO DE NITROGÊNIO E PERDAS ENDÓGENAS EM  
BOVINOS E BUBALINOS ALIMENTADOS COM NÍVEIS  
CRESCENTES DE CONCENTRADO**

RECIFE  
PERNAMBUCO - BRASIL  
FEVEREIRO – 2007

**KEDES PAULO PEREIRA**

**BALANÇO DE NITROGÊNIO E PERDAS ENDÓGENAS EM  
BOVINOS E BUBALINOS ALIMENTADOS COM NÍVEIS  
CRESCENTES DE CONCENTRADO**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Zootecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos, para obtenção do título de “Mestre em Zootecnia”.

Orientadora: Antonia Sherlânea Chaves Vêras  
Conselheiros: Marcelo de Andrade Ferreira e  
Ângela Maria Vieira Batista

RECIFE  
PERNAMBUCO - BRASIL  
FEVEREIRO – 2007

**Ficha Catalográfica**  
**Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central - UFRPE**

P436b      Pereira, Kedes Paulo  
              Balanço de nitrogênio e perdas endógenas em bovinos e  
              bubalinos alimentados com níveis crescentes de  
              concentrado / Kedes Paulo Pereira. – 2007.  
              32 F.: il.

Orientadora: Antonia Sherlânea Chaves Vêras  
Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade  
Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Zootecnia  
Inclui bibliografia.

**CDD    636. 208 83**

- 1. Aminoácidos**
- 2. Proteína**
- 3. Ruminantes**
- 4. Uréia**
- I. Vêras, Antonia Sherlânea Chaves**
- II. Título**

# **BALANÇO DE NITROGÊNIO E PERDAS ENDÓGENAS EM BOVINOS E BUBALINOS ALIMENTADOS COM NÍVEIS CRESCENTES DE CONCENTRADO**

**KEDES PAULO PEREIRA**

Dissertação definitiva e aprovada em 26 / 02 / 2007, pela Banca Examinadora.

Orientadora:

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Antonia Sherlânea Chaves Vêras

Examinadores:

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Ângela Maria Vieira Batista

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Airon Aparecido Silva de Melo

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Adriana Güim

RECIFE  
PERNAMBUCO - BRASIL  
FEVEREIRO – 2007

## **BIOGRAFIA**

KEDES PAULO PEREIRA, filho de Aleildo Barbosa Pereira e Martha Paulo Pereira, nasceu em Recife, Pernambuco, em 06 de Março de 1978.

Ingressou no curso de Zootecnia no ano de 2000, na Universidade Federal Rural de Pernambuco, obtendo o título de Zootecnista em 10 de Março de 2005.

De abril de 2004 a fevereiro de 2005, foi bolsista de iniciação científica (CNPq/PIBIC), na Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE.

Em Março de 2005, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, concentrando seus estudos na área de Produção de Ruminantes, tendo, em 26 de fevereiro de 2007, submetido à defesa da presente dissertação.

## DEDICO

Ao meu pai, Aleildo Barbosa Pereira, pelo apoio incondicional em todos os momentos da minha vida, sempre dando exemplo de honestidade, honra, otimismo e persistência.

À minha querida mãe, Martha Paulo Pereira, que sempre dedicou sua vida, literalmente, pelo nosso sucesso, dando exemplos de dedicação, de humildade, de honestidade, honra e, acima de tudo, por ser uma mulher temente a Deus.

À minha avó, Severina Adelino da Silva, que sempre tem me acolhido com carinho, dando-me apoio incondicional.

Ao meu irmão Ítalo Bruno Paulo Pereira, **OFEREÇO** esta obra.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus, que pela Sua graça, tenho tido a oportunidade de viver e ver todas as maravilhas que Ele tem mostrado a todos nós, dando-me a oportunidade de, através da Sua infinita misericórdia, poder alcançar todos os meus objetivos.

Aos meus pais, que têm estado comigo compartilhando todos os momentos da minha vida, ensinando-me a ser humilde, sincero e honesto, e, acima de tudo, mostrando o quanto é importante ser temente a Deus.

Ao meu irmão, pelo apoio e ajuda sempre que precisei durante todo o mestrado.

Aos meus tios, que sempre estiveram comigo, apoiando-me e incentivando-me em toda minha vida acadêmica.

Aos meus primos-irmãos, que têm me proporcionado o prazer de estar sempre juntos em família.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFRPE, por me ter recebido como aluno.

À CAPES, pela concessão da bolsa.

À FACEPE, pelo financiamento do projeto de pesquisa.

A minha orientadora, professora Sherlânea, pela oportunidade de aceitar-me como orientado, desde a iniciação científica e no mestrado, sempre responsável, dedicada, honesta e exímia profissional.

Ao professor Marcelo, pelo apoio e orientação durante todo o mestrado, bem como, no decorrer do experimento.

À professora Ângela, pelos ensinamentos desde a graduação, orientando-me durante todo período do experimento, no campo e no laboratório.

Ao professor Airon, que, mesmo estando na unidade de Garanhuns, esteve sempre presente, orientando-me e dando-me todo suporte necessário para a realização deste trabalho.

À professora Dulciene Karla, que desde a graduação, tem-me dado apoio e incentivo, além de ser modelo de dedicação, perseverança e competência.

A Lígia, pela sua generosidade e solidariedade em ter disponibilizado os bubalinos para que o experimento fosse realizado.

À professora Elisa, pelo apoio, por estar sempre disposta a ajudar, orientando-me desde o início do projeto.

Aos professores, Marcílio, Benone, Adriana Guim, Mércia, Wilson e aos demais professores do Departamento de Zootecnia, que contribuíram para o nosso crescimento acadêmico.

A Kleyton, que, comigo, tomou à frente do experimento, ajudando a realizar todas as etapas do projeto.

Aos estudantes de Zootecnia, Josimar, Anna, Alessandra, Rodrigo, Gabriel, Rogério e todos os demais que participaram em todas as fases do projeto, no campo e no laboratório.

A todos os meus amigos da pós-graduação, Welington, Bárbara, Walmir, Safira, Guilherme, Cléber, Evaristo, Ricardinho, Veronaldo, Valéria, Daniele, Stélio e a todos os demais, em especial, a Solon, que tanto me ajudou durante todo experimento, sempre com boa vontade e otimismo.

A Raquel, pela grande ajuda, orientando-me na utilização dos equipamentos do laboratório e pela amizade desde a graduação.

À Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA, pelo empréstimo dos bovinos para a realização desse trabalho.

Ao Sr. Nicácio, que sempre esteve nos dando apoio durante todo o mestrado.

À direção do Departamento de Zootecnia, em especial ao Professor Benone e ao funcionário Roberto, por toda ajuda sempre que precisei.

Ao professor Edenio Detmann, pela colaboração nas análises estatísticas.

Aos búfalos (Pá!; Menino!; Não é nada, não é nada, não é nada e Sem chance) e aos bovinos (Eu; Sem estação; Concorda?; Meu fi, meu fi, meu fi), pela doação do seu tempo e das amostras, para que o experimento fosse realizado.

## SUMÁRIO

Introdução-----	07
Referências bibliográficas-----	12
<b>Capítulo1. Balanço de nitrogênio e perdas endógenas em bovinos e bubalinos alimentados com níveis crescentes de concentrado</b>	<b>14</b>
Resumo-----	14
Abstract-----	15
Introdução-----	16
Material e Métodos-----	18
Resultados e discussão-----	22
Conclusões-----	29
Referências bibliográficas-----	30

## LISTA DE ABREVIATURAS

BN – Balanço de nitrogênio  
CCNF – Consumo de carboidrato-não-fibroso  
CFDN – Consumo de fibra em detergente neutro  
CHT – Carboidratos totais  
CMS – Consumo de matéria seca  
CNDT – Consumo de nutrientes digestíveis totais  
CNF – Carboidratos-não-fibrosos  
CPB – Consumo de proteína bruta  
EE – Extrato etéreo  
FDA - Fibra em detergente ácido  
FDAi – Fibra em detergente ácido indigestível  
FDN – Fibra em detergente neutro  
FDNp – Fibra em detergente neutro corrigido para proteína  
MM – Matéria mineral  
MO – Matéria orgânica  
MS – Matéria seca  
N – Nitrogênio  
NABS – Nitrogênio absorvido  
NC – Nitrogênio consumido  
NEB – Nitrogênio endógeno basal  
NF – Nitrogênio fecal  
NMF – Nitrogênio metabólico fecal  
NNP – Nitrogênio-não-protéico  
NU – Nitrogênio urinário  
NUE – Nitrogênio urinário endógeno  
NUP – Nitrogênio-uréia-plasmático  
PB – proteína bruta  
PBMI – Proteína bruta microbiana  
PD – Perdas por descamação  
PMI – Proteína microbiana  
PMIVD – Proteína microbiana verdadeira digestível  
PMm – Proteína metabolizável para manutenção  
PNDR – Proteína não-degradada no rúmen  
SE – Secreção endógena  
UP – Uréia plasmática  
UU – Uréia urinária

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, as pesquisas têm demonstrado algumas diferenças entre os bovinos e os bubalinos, como hábitos comportamentais e suas interações com o meio ambiente; bem como aspectos relacionados aos processos fermentativos e anatomia, fisiologia e capacidade do sistema digestivo (Fundora et al., 2001; Cruz et al., 2001; Bezerra, 2003).

Ambas as espécies possuem elevado potencial para produção de proteína de origem animal. Contudo, poucos trabalhos têm sido conduzidos no Brasil em relação às perdas endógenas e o metabolismo protéico, cuja avaliação é de suma importância por ser a proteína um dos nutrientes que mais oneram os custos de produção.

Segundo Silva e Leão (1979), o nitrogênio encontrado no rúmen pode ser originado do nitrogênio endógeno e do nitrogênio dietético, contendo proteína verdadeira, ácidos nucleicos e nitrogênio-não-protéico (NNP).

A proteína bruta microbiana (PBMI) sintetizada no rúmen, a proteína não-degradada no rúmen (PNDR) e, em menor proporção, a proteína endógena, contribuem para o aporte de aminoácidos para absorção no intestino delgado.

As proteínas potencialmente fermentáveis no rúmen incluem a proteína dietética mais a proteína endógena, que é proveniente da reciclagem da uréia, da descamação de células epiteliais e do processo de lise das células microbianas. Alguns dos peptídeos e aminoácidos que não são incorporados na proteína microbiana podem escapar da degradação ruminal e ser fonte de aminoácidos para absorção intestinal (NRC, 2001).

A velocidade e intensidade de degradação da proteína do alimento no rúmen são fatores que afetam o aporte de aminoácidos para o intestino delgado. A disponibilidade de carboidratos também pode afetar a eficiência de utilização dos compostos nitrogenados, pelo fato de ser fonte energética (Cavalcante et al., 2006).

A presença do nitrogênio amoniacal no ambiente ruminal é fator essencial para os microrganismos do rúmen, especialmente os celulolíticos, que utilizam a amônia para seu crescimento, desde que esteja associada a uma fonte de energia adequada (Russell et al., 1992). Quando a degradação da proteína excede a taxa de assimilação dos aminoácidos e da amônia pelos microrganismos ruminais, há uma elevação da concentração de amônia ruminal.

Quanto maior a degradabilidade da proteína da ração, maior será a produção de amônia e, possivelmente, maiores serão as perdas urinárias de compostos nitrogenados na forma de uréia. Para que estas perdas sejam reduzidas e que seja maximizado o crescimento microbiano, há necessidade de sincronização entre as taxas de degradação da proteína e dos carboidratos (Russell et al., 1991).

A saída do nitrogênio amoniacal do rúmen pode ocorrer por meio da incorporação na matéria microbiana, pela absorção, através da parede do rúmen e pelo fluxo para o abomaso (Nolan, 1993).

Nos mamíferos, a principal forma de excreção dos compostos nitrogenados é na forma de uréia. Quando a síntese de amônia no rúmen se torna maior que sua utilização pelos microrganismos, há um aumento de sua absorção através da parede ruminal. Posteriormente é levada pela corrente sanguínea para o fígado, onde ocorre formação da uréia por meio do ciclo da uréia. Em consequência, há um aumento nos custos energéticos para sua formação, resultando em perdas de nitrogênio pela urina (Russell et al., 1992).

A concentração de uréia encontrada na urina está correlacionada positivamente com as concentrações de nitrogênio no plasma e com a ingestão de nitrogênio (Van Soest, 1994). Ela é também correlacionada com a eficiência de utilização do nitrogênio ruminal, sendo usada como parâmetro para observação de equilíbrio ou desequilíbrio na relação proteína:energia da dieta (Broderik, 1995).

A concentração plasmática de uréia também está relacionada à ingestão de compostos nitrogenados (Valadares et al., 1999). A amônia produzida no rúmen, segundo Harmeyer e Martens (1980), é proporcional à quantidade de uréia formada no fígado e a concentração sanguínea também está diretamente relacionada ao aporte protéico e à relação proteína:energia da dieta. Valadares et al. (1997), trabalhando com teores de proteína bruta (PB) de 7,0; 9,5; 12 e 14% na alimentação de novilhos, encontraram concentrações crescentes de nitrogênio uréico no plasma.

De acordo com Broderick e Clayton (1997), a elevada concentração de uréia plasmática é um indício de que está ocorrendo uma utilização ineficiente da PB da dieta. Segundo Henning et al. (1993), a uréia plasmática pode ser considerada como reserva de nitrogênio. Quando em períodos em que a disponibilidade de nitrogênio encontra-se em excesso no rúmen, o nitrogênio absorvido aparece como uréia no plasma, podendo ser reciclado para o rúmen, se posteriormente houver falta de nitrogênio. Oliveira et al. (2001), trabalhando com níveis crescentes de uréia para vacas leiteiras, encontraram comportamento linear crescente para a concentração de uréia e N-uréia no plasma.

O balanço dos compostos nitrogenados permite avaliar o estado nutricional dos animais através dos produtos finais absorvidos e da extensão das perdas excretadas, o qual poderá refletir na resposta produtiva. Mas para que se possa quantificar o nitrogênio presente na urina e nas fezes, se faz necessário o conhecimento do volume urinário e da produção de matéria seca fecal.

Chen e Gomes (1992) relataram que para reduzir erros decorrentes de variações na produção urinária, as coletas de urina deveriam ser feitas durante, pelos menos, cinco dias. Técnicas alternativas têm sido estudadas no intuito de facilitar o processo de quantificação do volume urinário. Uma delas tem sido a coleta “spot” de urina, que consiste numa única amostragem, geralmente, quatro horas após o fornecimento de alimentos aos animais. Nesta metodologia, o volume urinário é calculado dividindo-se a excreção diária de creatinina por

sua concentração na urina “spot”, visto que a excreção de creatinina é constante e não é influenciada por tratamentos experimentais (Valadares et al., 1999).

Já para estimativa da produção de matéria seca fecal, algumas técnicas têm sido usadas, e uma delas é através da coleta total, a qual se torna bastante dispendiosa e ainda carece de adaptação dos animais às gaiolas e às bolsas coletoras. Como alternativa tem sido apontado o uso de indicadores internos, com destaque para a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), descrito por Berchielli et al. (2000).

Para que os animais em produção possam expressar o seu máximo potencial produtivo, se faz necessário um aporte de nutrientes que atenda suas exigências, tanto para manutenção quanto para produção; sendo que, prioritariamente, devem ser atendidos os requisitos para manutenção, o que demonstra a importância dos estudos nessa área.

Os requisitos de proteína para manutenção de um ruminante diferem substancialmente entre os sistemas correntes de exigência nutricional. Esta diferença chega a ser da ordem de 100% a mais para os resultados obtidos segundo os NRC (1985, 1989) e o sistema Cornell (CNCPS) em comparação aos ARC (1984) e AFRC (1993); o que ocorre em virtude desses sistemas utilizarem conceitos, fatores e metodologias diferentes para a predição destes requerimentos.

Os NRC (1985 e 1989) e o CNCPS utilizam os mesmos fatores para a determinação dos requisitos líquidos de proteína para manutenção, ou seja, o nitrogênio metabólico fecal (NMF), o nitrogênio urinário endógeno (NUE) e as perdas por descamação (PD); enquanto o NRC (2001) acrescentou dados relativos à secreção endógena (SE).

Para o NRC (2001) o NMF é a fração indigestível da proteína endógena perdida nas fezes e representa as perdas de proteína através do trato digestível, como resultado da ingestão de alimentos. Já os sistemas ARC (1984) e AFRC (1993) utilizam apenas dois fatores: o nitrogênio endógeno basal (NEB) e as PD; sendo que o NEB consiste na soma do NUE e parte do NMF.

Para o AFRC (1993), o NMF consiste nas células de descamação do epitélio, das enzimas digestivas não absorvidas, não computando todo o NMF para o cálculo, porque entende que parte da proteína encontrada nessa fração é oriunda da PNDR e da PMI. Por outro lado, o NRC (1996) recomenda 3,8g de PMI/kg<sup>0,75</sup>, como requisito diário total de PMm de bovinos de corte.

Com relação à absorção verdadeira dos aminoácidos (AAs) bacterianos no intestino delgado, o AFRC (1993) utiliza um valor de 0,85. Já o CNCPS, descrito por Fox et al. (1992), considera que apenas 60% da proteína microbiana está na forma de AAs disponíveis para absorção. O NRC (2001) considera o conteúdo de proteína verdadeira da proteína microbiana de 80%, com sua digestibilidade intestinal também igual a 80%.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da inclusão de níveis crescentes de concentrado sobre as concentrações de uréia no plasma e na urina; o balanço dos compostos nitrogenados; além de estimar as exigências nutricionais de proteína para manutenção através dos sistemas NRC (2001) e AFRC (1993) e por meio de regressão, em bovinos versus bubalinos.

O trabalho a seguir foi elaborado conforme as normas da revista *Acta Scientiarum Animal Sciences*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. *Energy and protein requirements of ruminants*. Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureaux International. 1993. 159p.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. *The nutrient requirements of ruminants livestock*. Report of the protein group of the Agricultural Research Council Working Party on the nutrient requirements of ruminants. s.e., (Supplement, 1). 1984.
- Berchielli, T.T.; Andrade, P.; Furlan, C.L. Avaliação dos indicadores internos em ensaios de Digestibilidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.3, p. 830-833, 2000.
- Bezerra A.R.G.F. *Parâmetros cinéticos da degradação ruminal de alimentos utilizados em zoológicos para diferentes espécies de ruminantes*. 2003. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 80p. 2003.
- Broderick, G.A. *Use of milk urea as indicator of nitrogen utilization in lactating dairy cow*. U.S. Dairy forage. Center Research Summaries, U.S. Department of Agriculture, Agricultural Service. 122p, 1995.
- Broderick, G.A.; Clayton, M.K.A. *statistical of animal and nutritional factors influencing concentration of milk urea nitrogen*. *Journal of Dairy Science*. v. 80, n. 11, p. 2964-2971, 1997.
- Cavalcante, M.A.B.; Pereira, O.G.; Valadares Filho, S.C. et al. Níveis de proteína bruta em dietas para bovinos de corte: parâmetros ruminais, balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.1, p.203-210, 2006.
- Chen, X.B.; Gomes, M.J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – an overview of technical details. (Occasional publication) *International Feed Research Unit*. Bucksburnd, Aberdeen:Rowett Research Institute. 1992. 21p.
- Cruz, V; Andrade, I.F.; Días de Sousa, J.C. et al. Avaliação do consumo e da capacidade digestiva de búfalos e bovinos. *Ciências Agrotecnicas*, Lavras. v.25 n.6, pg. 1406-1412, 2001.
- Fox, D. G., Sniffen, C. J., O'connor, J. D. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. Cattle requirements and diet adequacy. *Journal of Animal Science*, 70(11):3578-3596. 1992.
- Fundora, O.; Roque, R.; Sánchez, R. Datos preliminares de la conducta alimentaria de búfalos de rio en pastoreo. *Revista Cubana. Ciencias Agrícola*. v.35 n. 1 pg. 15-18, 2001.
- Harmeyer, J., Martens, H.. Aspects of urea metabolism with reference to the goat. *Journal Dairy Science*, v.63, p.1707-1728, 1980
- Henning, P. H.; Steyn, D. G; Meissner, H. H. Effect of sincronization of energy and nitrogen supply on ruminal characteristics and microbial growth. *Juornal Animal Science*, v.71, p.516-528, 1993.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient requeriments of dairy cattle*. 7º.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, pg. 381, 2001..
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrients requirements of of dairy cattle*. 6a revised Ed., Washington, National Academy Press, D. C. 1989. 157p.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Ruminant nitrogen usage*. Washington, DC.: National Academy, 1985. 138p
- Nolan, J.V.; Nitrogen Kinetics. In: FORBES, J.M., FRANCE, J. *Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism*. pg.123-143. 1993.
- Oliveira. A.S.; Valadares. R. F. D.; Valadares Filho. S. C. et al. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentadas com rações isoprotéicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30 n.5, p.1621-1629, 2001.
- Russell, J.B.; O'Connor, J.D.; Fox, D.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. *Journal of Animal Science*, v.70, n.11, p.3551-3561, 1992.
- Russell, J.B.; Onodera, R.; Hino, T. Ruminal protein fermentation: New perspectives and previous contradictions. In: TSUDA, T., SASAKI, Y, KAWASHIMA, R. (Ed.). *Physiological Aspects of Digestion and Metabolism in Ruminants*. New York: *Academic Press*. pg.681-697. 1991.
- Silva, C.J.F.; Leão, M.I. *Fundamentos de nutrição de ruminantes*. Editora Livroceres, Piracicaba, 1979.380p.
- Valadares, R.F.D.; Broderick, G.A.; Valadares Filho, S.C. et al. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. *Journal of Dairy Science*, v.82, n.12, p.2686-2696, 1999.
- Valadares, R.F.D.; Valadares Filho, S.C.; Gonsalves, L.C. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentrações de amônia ruminal e uréia Plasmática e excreções de uréia e creatinina. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 26 n. 6 pg. 1270-1278, 1997.
- Van Soest, P.J. *Nutritional ecology of the ruminants*. 2.ed., Ithaca: Cornell University. 476p, 1994.

## **Balanço de nitrogênio e perdas endógenas em bovinos e bubalinos alimentados com níveis crescentes de concentrado<sup>1</sup>**

**Kedes Paulo Pereira<sup>2</sup>, Antonia Sherlânea Chaves Vêras<sup>3,4</sup>, Marcelo de Andrade Ferreira<sup>3,4</sup>, Ângela Maria Vieira Batista<sup>3,4</sup>, Airon Aparecido Silva de Melo<sup>5</sup>, Kleyton Alcantara Marques<sup>2</sup>, Anna Christine Alencar Fotius<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>Parte da Dissertação do Primeiro autor, projeto financiado pela FACEPE. <sup>2</sup>Mestrando em Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Manoel de Medeiros, s/n, 52171-900, Recife, Pernambuco, Brasil. <sup>3</sup>Professor do Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil. <sup>4</sup>Bolsista de produtividade em Pesquisa do CNPq. <sup>5</sup>Professor da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Garanhuns, Pernambuco, Brasil. <sup>6</sup>Bolsista PIBIC/UFRPE/CNPq \*Autor para correspondência e-mail: kedesp@hotmail.com

**Resumo** – O trabalho objetivou avaliar as concentrações de uréia plasmática e urinária; o balanço dos compostos nitrogenados e estimar as exigências de proteína para manutenção por equações preconizadas pelos sistemas americano e britânico, em quatro bovinos e quatro bubalinos, com peso médio inicial de 461,19±7,59 e 455,44±7,85 kg para os bovinos e búfalos, respectivamente, distribuídos em dois quadrados latinos 4 x 4. Os tratamentos consistiram em diferentes níveis de concentrado (0,0; 24,0; 48,0; 72,0%) à base de milho moído, farelo de soja e sal mineral, e feno de capim-tifton. Cada período durou 21 dias, sendo 14 de adaptação e sete para coleta. Foram coletadas amostras de fezes e urina (*spot*) para estimativa da produção de matéria seca fecal e volume urinário. Houve interação entre as espécies para nitrogênio (N) consumido (NC), urinário (NU)g/kg<sup>0,75</sup> e uréia urinária (UU); não ocorrendo para N fecal (NF), N absorvido (NABS), NU (g/d), balanço de N (BN) e uréia plasmática (UP). Independente do efeito observado entre as espécies, as variáveis aumentaram linearmente em função dos tratamentos. O aumento dos níveis de concentrado proporciona BN positivo. Os requerimentos de proteína metabolizável para manutenção de bovinos e bubalinos, quando estimados por meio dos sistemas americano e britânico, são diferentes.

Palavras-chave: Aminoácidos, Proteína, Ruminantes, Uréia

## **Nitrogen Balance and Endogenous Losses in Cattle and Buffaloes fed with increasing levels of concentrate**

**Abstract** – The work objectived to evaluate the plasmatic and urine urea concentrations, the balance of nitrogen compounds, and to estimate the protein requirements for maintenance. It was used the equations recommended by the American and British systems, in four bovine and four bubaline steers, with initial average weight of  $461,19 \pm 7,59$  and  $455.44 \pm 7,85$  kg for the bovines and bubalines, respectively, distributed in two 4 x 4 Latin squares. The treatments consisted of different levels of concentrate (0.0; 24.0; 48.0; and 72.0%) composed by grinded corn, soybean meal, mineral salt, and Tifton-grass hay. Each period lasted 21 days, being 14 of adaptation and seven for collection. Samples of feces and urine (*spot*) were taken to estimate the production of fecal dry matter and urine volume. It was observed interactions between the species for N intake (NC), N-urine (UN) g/kg<sup>0,75</sup> and urinary urea (UU); no interactions occurred for fecal-N (NF), absorbed-N (NABS), UN (g/d), balance of N (BN) and plasmatic urea (UP). Regardless of the difference observed between the species, the response variables increased linearly as the concentrate level increased. The increase of the concentrate level provided positive BN. The estimative of the metabolizable protein maintenance requirements of bovines and bubalines differs between the American and British systems.

Keywords: Amino acids, Protein, Ruminants, Urea

## INTRODUÇÃO

O nitrogênio (N) presente no compartimento ruminal pode ser de origem endógena ou dietética. O N de origem endógena é derivado da reciclagem da uréia, das células epiteliais de descamação e do processo de lise das células microbianas. N dietético é composto pela proteína verdadeira e pelo nitrogênio-não-protéico (NNP), segundo Silva e Leão (1979).

Os fatores que podem afetar o aporte de aminoácidos para o intestino delgado estão relacionados com a velocidade e intensidade de degradação da proteína dietética no rúmen. A disponibilidade de carboidratos, também pode afetar a eficiência de utilização dos compostos nitrogenados, pelo fato de ser responsável pelo aporte de energia (Cavalcante et al., 2006).

Russell et al. (1992) relataram que os microrganismos do rúmen, especialmente os celulolíticos, utilizam a amônia para efetuar a síntese de proteína microbiana. Assim, a presença do N amoniacal no ambiente ruminal é fator essencial desde que esteja associada a uma fonte de energia adequada. Quando há um desequilíbrio entre o N e a energia no rúmen, a excreção dos compostos nitrogenados é aumentada, ocorrendo também aumento na produção de uréia, que envolve custo energético, além de perda de N.

Assim, a amônia ruminal, resultante do processo de proteólise bacteriana que se encontra livre e em excesso no ambiente ruminal, é absorvida através da parede ruminal, rota principal para a amônia que não foi assimilada pelos microrganismos, e posteriormente é levada pela corrente sanguínea para o fígado, para formação da uréia através do ciclo da uréia (Russell et al., 1992).

A concentração de uréia encontrada na urina está correlacionada positivamente com as concentrações de N no plasma e com a ingestão de N (Van Soest, 1994), constituindo-se num indicativo da eficiência de utilização do N ruminal. Ela pode também ser utilizada como parâmetro para observação de equilíbrio ou desequilíbrio na relação proteína:energia da dieta (Broderik, 1995).

A amônia produzida no rúmen, segundo Harmeyer e Martens (1980), é proporcional à quantidade de uréia formada no fígado, e a concentração de uréia plasmática também está diretamente relacionada ao aporte protéico e à relação proteína:energia da dieta. Os mesmos autores relataram que a quantidade de uréia excretada nos rins depende de vários fatores, como: concentração plasmática de uréia; taxa de filtração glomerular; reabsorção tubular de uréia; sendo que o principal regulador da excreção da uréia na urina é a concentração plasmática.

Portanto, o balanço dos compostos nitrogenados permite avaliar o estado nutricional dos animais através dos produtos absorvidos e da extensão das perdas excretadas, o qual poderá ter reflexo na sua resposta produtiva.

Para quantificação da excreção do N através da urina e fezes, há necessidade do conhecimento do volume urinário diário e da produção de matéria seca fecal. O volume urinário pode ser obtido por meio de coleta total de urina (Chen e Gomes, 1992), ou por métodos alternativos, como a coleta “spot”, que consiste numa única amostragem de urina, geralmente quatro horas após o fornecimento de alimentos aos animais. Nessa metodologia, o volume urinário é calculado dividindo-se a excreção diária de creatinina por sua concentração na amostra de urina, visto que a excreção de creatinina é constante e não é influenciada por tratamentos experimentais (Valadares et al., 1999).

Já para estimativa da produção de matéria seca fecal, devido à dificuldade de coleta total, especialmente em animais de grande porte, tem sido recomendado o uso da fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), como indicador interno (Berchielli et al., 2000).

Para que os animais em produção possam expressar o seu máximo potencial produtivo, faz-se necessário o atendimento das exigências, tanto para manutenção quanto para produção; sendo que, prioritariamente, os requisitos de manutenção devem ser atendidos.

Os NRC (1985 e 1989) e o CNCPS, descrito por Fox et al. (1992), utilizam os mesmos fatores para a determinação dos requisitos líquidos de proteína para manutenção, ou seja, o N metabólico fecal (NMF), o N urinário endógeno (NUE) e as perdas por descamação (PD). O NRC (2001) acrescentou dados relativos à secreção endógena (SE). Para esse sistema, o NMF é a fração indigestível da proteína endógena perdida nas fezes e representa as perdas de proteína através do trato digestivo, como resultado da ingestão de alimentos.

Já os sistemas ARC (1984) e AFRC (1993) utilizam apenas dois fatores: o N endógeno basal (NEB) e as PD; sendo que o NEB consiste na soma do NUE e parte do NMF. Para o AFRC (1993), o NMF consiste nas células de descamação do epitélio, das enzimas digestivas não-absorvidas e não computa todo o NMF para o cálculo, porque entende que parte da proteína encontrada nessa fração é oriunda da PNDR e da PMI.

Neste sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da inclusão de níveis crescentes de concentrado sobre as concentrações de uréia no plasma e na urina; o balanço dos compostos nitrogenados; além de estimar as exigências nutricionais de proteína para manutenção através dos sistemas NRC (2001) e AFRC (1993) e por meio de regressão, em bovinos e bubalinos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no período de fevereiro a junho de 2006.

Foram utilizados quatro bovinos 5/8 holandês-zebu e quatro bubalinos da raça Murrah, com peso vivo médio inicial de  $461,19 \pm 7,59$  e  $455,44 \pm 7,85$  kg para os bovinos e búfalos, respectivamente, submetidos inicialmente ao controle de endo e ectoparasitos, e alimentados com rações contendo níveis crescentes de concentrado (0,0; 24,0; 48,0; e 72,0 %), com base da matéria seca (MS). O volumoso utilizado foi o feno de capim-Tifton (*Cynodon ssp*) e o concentrado foi constituído por milho moído, farelo de soja e sal mineral. As rações foram formuladas de acordo com o NRC (1996).

Os animais foram alojados em baias individuais, com piso de concreto, contendo bebedouros e comedouros de alvenaria. O arraçamento foi efetuado duas vezes ao dia, sendo a ração fornecida à vontade, permitindo-se sobras de cinco a 10 % do total de MS fornecida. A água esteve permanentemente à disposição dos animais.

O delineamento experimental foi quadrado latino 4 X 4 para cada espécie, com quatro períodos, quatro rações e quatro animais. O experimento teve duração de 84 dias, com períodos de 21 dias, dos quais 14 foram destinados à adaptação dos animais, às dietas e ao manejo, e sete para coleta de dados e amostras, após período de 30 dias para pré-adaptação ao manejo e às dietas.

As determinações de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) e matéria orgânica (MO) foram realizadas de acordo com Silva e Queiroz (2002). Os carboidratos totais (CHT) foram estimados pelas equações descritas por Sniffen et al. (1992):  $CHT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$ .

Para obtenção dos carboidratos-não-fibrosos (CNF) foi utilizada a equação descrita por Hall (2001), em que  $CNF = 100 - (\%PB + \%FDNp + \%EE + \%MM)$ . As fibras em detergente neutro, corrigidas para proteína (FDNp) e em detergente ácido (FDA), foram determinadas segundo metodologia descrita por Van Soest et al. (1991).

Foram realizadas pesagens dos animais nos primeiros e últimos dias de coleta de cada período experimental para observar a variação de peso, após jejum de 16 horas.

Na Tabela 1, estão apresentadas as composições bromatológicas dos ingredientes das dietas. Na Tabela 2, as proporções dos ingredientes nas dietas experimentais, bem como a composição bromatológica das dietas experimentais, na base da MS.

Tabela 1. Composição bromatológica dos ingredientes da dieta

Table 1. Bromatological composition of ingredients in diets

Itens/itens	Alimentos		
	Feeds		
	Feno de Tifton <i>Tifton hay</i>	Milho de Moido <i>Cracked corn</i>	Farelo de Soja <i>Soybean meal</i>
MS (%) (DM)	88,11	88,55	88,24
PB <sup>1</sup> (CP)	8,02	9,92	50,00
FDN <sup>1</sup> (NDF)	79,32	15,32	15,23
FDA <sup>1</sup> (ADF)	34,97	2,40	8,78
EE <sup>1</sup> (EE)	2,56	4,87	3,34
MM <sup>1</sup> (MM)	8,04	2,11	8,32
MO (OM)	91,96	97,89	91,68
CHT <sup>1</sup> (TC)	81,12	83,11	38,34
CNF <sup>1</sup> (NFC)	2,06	67,79	23,10

<sup>1</sup>% MS; <sup>1</sup>% DM.

Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição bromatológica das dietas experimentais

Table 2. Ingredients and bromatological composition of experimental diets

Itens/itens	Níveis de concentrado na dieta			
	Levels of Concentrate in diet			
	0,0	24,0	48,0	72,0
	Ingredientes (% de matéria seca da dieta)			
	Ingredients (% of dry matter in diet)			
Feno de Tifton <i>Tifton hay</i>	100,0	76,0	52,0	28,0
Milho Moido <i>Cracked corn</i>	0,0	17,76	35,52	53,28
Farelo de Soja <i>Soybean meal</i>	0,0	6,24	12,48	18,72
Nutrientes	Composição bromatológica das dietas			
Nutrients	Bromatological composition of diets			
MS (%) (DM)	88,11	88,20	88,28	88,37
MO <sup>1</sup> (OM)	91,96	92,99	94,03	95,07
PB <sup>1</sup> (CP)	8,02	10,98	13,94	16,89
FDN <sup>1</sup> (NDF)	79,32	63,95	48,59	33,22
FDA <sup>1</sup> (ADF)	45,07	35,50	25,93	16,36
EE <sup>1</sup> (EE)	2,56	3,02	3,48	3,93
MM <sup>1</sup> (MM)	8,04	7,01	5,97	4,93
CHT <sup>1</sup> (TC)	81,12	78,81	76,49	74,17
CNF <sup>1</sup> (NFC)	2,06	15,04	28,03	41,02
*NDT (TDN)	46,02	53,26	61,16	58,18

<sup>1</sup>% MS; <sup>1</sup>% DM. \* Marques (2007), dados não publicados.

Foram coletadas amostras de fezes pela manhã e à tarde, nos primeiro e último dias de cada período de coleta, diretamente da ampola retal, sendo posteriormente obtidas amostras compostas por animal e por período. Em seguida, foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C e moídas em moinho com crivo de 1mm, para as análises bromatológicas, e 2mm, para a estimativa da produção de matéria seca fecal.

A coleta de urina “spot” foi efetuada no último dia de cada período de coleta, quatro horas após o fornecimento da alimentação, durante micção espontânea. A urina foi

acondicionada em recipiente com capacidade de 100ml. Em seguida, foi coletada uma alíquota de 10ml de urina, que foi diluída imediatamente com 40ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a (0,036N) e congelada a -20°C para posteriores análises de creatinina, visando à estimativa do volume urinário e determinação dos níveis de uréia na urina e N total urinário.

Na mesma ocasião foram coletadas amostras de sangue de cada animal por punção na veia jugular, utilizando-se tubos “vacutainer” de 10ml com heparina. As amostras foram imediatamente centrifugadas a 2.000rpm por 15 minutos. O plasma resultante foi acondicionado em tubos “ependorf” e congelado a -20°C, para análise dos níveis de uréia.

Para as análises de creatinina e uréia na urina e no plasma foram utilizados Kits comerciais (Doles)<sup>®</sup>, seguindo-se orientações técnicas do fabricante.

O volume urinário foi estimado para cada animal, multiplicando-se o peso vivo (PV) pela excreção diária de creatinina (mg/kg PV) e dividindo-se o produto pela concentração de creatinina (mg/L) na urina. Para obtenção da excreção diária de creatinina por kg de PV, adotaram-se a média de 27,76mg/kg PV, obtida por Rennó (2003) para os bovinos, e para os búfalos, o valor médio de 0,44 mmol/kg<sup>0,75</sup>, relatado por Chen et al. (1996).

O N absorvido (NABS), expresso em g/dia ou g/kg<sup>0,75</sup>, foi obtido pela diferença entre o N ingerido e o excretado nas fezes; enquanto o balanço de N foi determinado deduzindo-se do N consumido (g/dia), o N excretado nas fezes e urina, em g/dia.

As exigências de proteína metabolizável para manutenção (PMm) foram determinadas segundo os NRC (2001) e AFRC (1993), conforme as equações:

NRC (2001):

- Nitrogênio Urinário Endógeno NUE (g/d) = 4,1PV<sup>0,75</sup>
- Nitrogênio Metabólico Fecal NMF (g/d) = (30CMS) – 0,5 ((PMIVD/0,8)-PMIVD)
- Perdas por Descamação PD (g/d) = 0,3PV<sup>0,6</sup>
- Secreções Endógenas SE (g/d) = 11,8CMS (0,40)/0,67
- Exigências de Proteína Metabolizável para Manutenção PMm (g/d) = NUE+NMF+PD+SE.

Adicionalmente, foram calculados, segundo o NRC (2001):

- Proteína Microbiana Verdadeira Digestível PMIVD (g/d) = PBMI\*80 (verdadeira)\*0,80 (digestibilidade),
- Síntese de Proteína Microbiana PBMI (g/d) = 130g/kg NDT consumido.

AFRC (1993):

- Nitrogênio Endógeno Basal NEB (g/d) = 6,25\*0,35\*PV<sup>0,75</sup>/1,00 ou 2,1875\*PV<sup>0,75</sup> (g/d)
- Perdas por Descamação PD (g/d) = 6,25\*0,018\*PV<sup>0,75</sup>/1,00 ou 0,1125\*PV<sup>0,75</sup> (g/d)

- Exigências de Proteína Metabolizável para Manutenção PMm (g/d) = NEB + PD ou  $2,3PV^{0,75}$  (g/d).

Os resultados foram analisados estatisticamente por meio de análises de variância e regressão utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genética SAEG (UFV,1997), considerando-se significância de 5%, pelo teste F.

Para verificação de existência de interação entre os resultados obtidos para bovinos e bubalinos procederam-se à análise de variância em que foi observada a interação entre os quatro níveis de concentrado e os dois quadrados latinos (QL).

No caso de ter havido interação, considerou-se que houve resposta diferente entre as espécies. Portanto, a análise de variância para verificação do modelo que melhor se ajustava aos dados foi efetuada individualmente, para cada espécie (16 observações para os bovinos e 16 observações para os bubalinos). No entanto, quando da ausência de interação, este procedimento foi efetuado computando-se os 32 dados conjuntamente.

Os efeitos dos níveis de concentrado sobre as variáveis estudadas foram avaliados procedendo-se análise de regressão com os dados de cada QL, ou dos dois QL, separadamente ou conjuntamente, conforme a constatação de interação. A significância dos coeficientes de regressão foi observada por meio do teste F, no nível de 5%; o qual foi ajustado dividindo-se o quadrado médio do modelo escolhido, pelo quadrado médio do resíduo referente às 32 observações.

Os critérios utilizados para a escolha do modelo basearam-se na significância dos coeficientes de regressão; no coeficiente de determinação ( $R^2$ ); bem como pelo fenômeno biológico.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As interações entre os níveis de concentrado e os quadrados latinos estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Interação entre os níveis de concentrado e os quadrados latinos, segundo a espécie animal (Bovinos ou búfalos), para nitrogênio consumido (NC), nitrogênio urinário (NU), nitrogênio fecal (NF), nitrogênio absorvido (NABS), balanço de nitrogênio (BN), uréia urinária (UU) e uréia plasmática (UP)

Table 3.interaction the increasing levels of concentrated and squared Latin, within animal specie (cattle or buffaloes) of the intake nitrogen (CN),faces nitrogen (FN), absolved nitrogen (ABSN), urine nitrogen (UN), nitrogen balance (NB), urine urea (UU) plasma urea (PU)

Itens/itens	Nível x Quadrado <i>Level x square</i>	Probabilidade * <i>Probability</i>
NC (g/d)		
<i>CN (g/d)</i>	Sim	0,0278
NC (g/kg <sup>0,75</sup> )		
<i>CN (g/kg<sup>0,75</sup>)</i>	Sim	0,0273
NU (g/d)		
<i>UM (g/d)</i>	Não	0,0669
NU (g/kg <sup>0,75</sup> )		
<i>UN (g/kg<sup>0,75</sup>)</i>	Sim	0,0419
NF (g/d)		
<i>FN (g/d)</i>	Não	0,0953
NF (g/kg <sup>0,75</sup> )		
<i>FN (g/kg<sup>0,75</sup>)</i>	Não	0,1137
NABS (g/d)		
<i>ABSN (g/d)</i>	Não	ns
NABS (g/kg <sup>0,75</sup> )		
<i>ABSN (g/kg<sup>0,75</sup>)</i>	Não	ns
BN (g/d)		
<i>NB (g/d)</i>	Não	ns
BN (g/kg <sup>0,75</sup> )		
<i>NB (g/kg<sup>0,75</sup>)</i>	Não	ns
UU (mg/dl)		
<i>UU (mg/dlL)</i>	Sim	0,0052
UP (mg/dl)		
<i>PU (mg/l)</i>	Não	ns

\* Utilizando-se o Teste F.

Os resultados mostraram que houve interação entre as espécies para o N consumido (NC), em g/d e NC g/kg<sup>0,75</sup> e N urinário (NU, g/kg<sup>0,75</sup>) e uréia urinária (UU) expressa em mg/dl. Por outro lado, não foi observada interação para o N urinário (NUg/d); N fecal (NF; g/d e g/kg<sup>0,75</sup>); N absorvido (NABS), em g/dia e g/kg<sup>0,75</sup>; balanço de N (BN, g/d e g/kg<sup>0,75</sup>); e uréia plasmática (UP, mg/dl).

As respostas obtidas para as variáveis NC, NF, NABS, NU, BN, UU e UP, em função dos níveis de concentrado, para os bovinos e/ou bubalinos encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4. Médias, coeficiente de variação (CV), coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) e equação de regressão (ER), para o nitrogênio consumido (NC), nitrogênio urinário (NU), nitrogênio fecal (NF), nitrogênio absorvido (NABS), balanço de nitrogênio (BN), uréia urinária (UU), uréia plasmática (UP), em função dos níveis crescentes de concentrado para os bovinos (bo), bubalinos (bu) e em conjunto (c)

Table 4. Average, coefficients of variation (CV), coefficients of determination (R<sup>2</sup>) and regression equation (RE), of the intake nitrogen (CN), urine nitrogen (UN), feces nitrogen (FN), absorbed nitrogen (ABS<sub>N</sub>), nitrogen balance (NB), urine urea (UU) plasma urea (PU), in function of the increasing levels of concentrated of cattle (ca), buffaloes (bu) and for all (a)

Itens/itens	Níveis de concentrado na dieta Levels of Concentrate in diet				CV	R <sup>2</sup>	ER
	0,0	24,0	48,0	72,0			
<b>Bovino / cattle</b>							
NC (g/d) <i>CN (g/d)</i>	88,65	179,48	294,39	336,06	18,59	0,97	Y=96,073+3,5714**x
NC (g/kg <sup>0,75</sup> ) <i>CN (g/kg<sup>0,75</sup>)</i>	0,88	1,74	2,82	3,18	15,95	0,97	Y=0,9557+0,0333**x
NU (g/kg <sup>0,75</sup> ) <i>UN (g/kg<sup>0,75</sup>)</i>	0,10	0,14	0,23	0,28	26,67	0,98	Y=9,8963+0,2649**x
UU(mg/dl) <i>UU(mg/dl)</i>	449,54	607,34	777,06	1183,49	15,66	0,94	Y=398,62+9,8815**x
<b>Búfalo / buffaloes</b>							
NC (g/d) <i>CN (g/d)</i>	97,25	153,89	238,68	236,56	7,93	0,89	Y=106,19+2,0946**x
NC (g/kg <sup>0,75</sup> ) <i>CN (g/kg<sup>0,75</sup>)</i>	0,94	1,50	2,32	2,32	8,88	0,90	Y=1,0292+0,0206**x
NU (g/kg <sup>0,75</sup> ) <i>UN (g/kg<sup>0,75</sup>)</i>	0,19	0,29	0,45	0,56	19,31	0,99	Y=0,1827+0,0052**x
UU(mg/dl) <i>UU(mg/dl)</i>	360,55	356,88	521,10	510,09	26,95	0,76	Y=345,23+2,5535**x
<b>Conjunto / all</b>							
NUbo (g/d) <i>UN ca (g/d)</i>	10,47	14,86	23,69	28,71	-	-	
NUbu (g/d) <i>UN bu (g/d)</i>	19,36	29,33	45,96	65,50	-	-	
NUc (g/d) <i>UN a (g/d)</i>	14,91	22,09	34,82	42,60	23,40	0,99	Y=14,238+0,3992**x
NFbo (g/d) <i>FN ca (g/d)</i>	49,78	81,46	109,07	132,63	-	-	
NFbu (g/d) <i>FN bu (g/d)</i>	53,12	70,98	81,74	71,93	-	-	
NFbo (g/kg <sup>0,75</sup> ) <i>FN ca (g/kg<sup>0,75</sup>)</i>	0,49	0,79	1,03	1,26	-	-	
NFbu (g/kg <sup>0,75</sup> ) <i>FN bu (g/kg<sup>0,75</sup>)</i>	0,52	0,68	0,79	0,70	-	-	
NFc (g/d) <i>FN a (g/d)</i>	51,45	76,22	95,41	102,28	29,42	0,95	Y=55,584+0,7154**x
NFc (g/kg <sup>0,75</sup> ) <i>FN a (g/kg<sup>0,75</sup>)</i>	0,50	0,74	0,91	0,98	29,16	0,95	Y=0,5428+0,0067**x
NABSbo (g/d) <i>ABS<sub>N</sub> ca (g/d)</i>	38,87	98,03	185,31	203,43	-	-	
NABSbu (g/d) <i>ABS<sub>N</sub> bu (g/d)</i>	44,13	82,91	156,94	164,63	-	-	
NABSbo(g/kg <sup>0,75</sup> ) <i>ABS<sub>N</sub>ca (g/kg<sup>0,75</sup>)</i>	0,38	0,95	1,78	1,92	-	-	
NABSbu(g/kg <sup>0,75</sup> ) <i>ABS<sub>N</sub>bu (g/kg<sup>0,75</sup>)</i>	0,43	0,82	1,53	1,62	-	-	
NABSsc (g/d) <i>ABS<sub>N</sub> a (g/d)</i>	41,50	90,47	171,13	184,03	32,04	0,94	Y=45,547+2,1176**x
NABSsc(g/kg <sup>0,75</sup> ) <i>ABS<sub>N</sub> a (g/kg<sup>0,75</sup>)</i>	0,41	0,88	1,66	1,77	31,81	0,94	Y=0,6849+0,0203**x
BNbo (g/d) <i>NB ca (g/d)</i>	28,40	83,17	161,62	174,72	-	-	
BNbu (g/d) <i>NB bu (g/d)</i>	24,77	53,78	110,98	108,13	-	-	
BNbo (g/ kg <sup>0,75</sup> ) <i>NB ca (g/ kg<sup>0,75</sup>)</i>	0,29	0,80	1,56	1,64	-	-	
BNbu (g/ kg <sup>0,75</sup> ) <i>NB bu (g/ kg<sup>0,75</sup>)</i>	0,23	0,53	1,09	1,07	-	-	
BNc (g/d) <i>NB a (g/d)</i>	26,59	68,38	136,30	141,42	44,29	0,92	Y=31,309+1,7184**x
BNc (g/ kg <sup>0,75</sup> ) <i>NB c (g/ kg<sup>0,75</sup>)</i>	0,26	0,67	1,32	1,35	44,29	0,91	Y=0,3098+0,0164**x
UPbo(mg/dl) <i>PU ca (mg/dl)</i>	14,48	17,50	23,54	23,99	-	-	
UPbu(mg/dl) <i>PU bu (mg/dl)</i>	14,15	21,70	29,25	30,40	-	-	
UPc(mg/dl) <i>PU a (mg/dl)</i>	14,32	19,60	26,40	27,19	15,82	0,90	Y=15,065+0,1893**x

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

\*\* Significant at 1% of probability, by F test

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

\* Significant at 5% of probability, by F test.

O consumo de N, nas formas em que foi expresso, tanto para os bovinos quanto para os bubalinos, aumentou linearmente com o incremento dos níveis de concentrado nas dietas. Esse comportamento já era esperado, em virtude do aumento nos teores de proteína bruta (PB) das dietas experimentais, conforme pode ser visualizado na Tabela 2. Adicionalmente,

o aumento no consumo de MS em função dos tratamentos (Marques, 2007 – dados não publicados) encontrados na (Tabela 5), contribuiu para a resposta crescente da ingestão de N.

Cavalcante et al. (2006) e Ladeira et al. (1999), trabalhando com bovinos de corte alimentados com rações contendo 10,5; 12,0; 13,5 e 15,0% e 8,89; 10,63; 12,38; 14,01 e 15,83% de PB, respectivamente, também observaram aumento na ingestão de N, em função dos níveis de N da dieta.

O consumo de N por bovinos foi superior aos búfalos, exceto para o tratamento sem inclusão de concentrado; em virtude dos consumos de MS dos búfalos terem sido inferiores aos dos bovinos.

Em relação à excreção de NU, foi detectado efeito entre as espécies, quando expressa em  $\text{g/kg}^{0,75}$ . Contudo, não foi verificado o mesmo comportamento para NU, em g/dia, conforme já relatado anteriormente.

Vale ressaltar que as quantidades excretadas de urina pelos bovinos foram 8,06; 8,39; 8,56 e 8,20L/dia; enquanto os bubalinos produziram 21,82; 24,16; 27,34 e 28,95L de urina/dia, respectivamente, para os níveis de 0; 24; 48 e 72% de concentrado. Estes resultados são, obviamente, dependentes das concentrações de creatinina utilizadas para estimativa do volume urinário, que por sua vez, irão influir sobre o volume total de urina. Contudo, segundo Abdullah et al. (1992), os búfalos produzem duas vezes mais urina que os bovinos. Isto foi comprovado por Chen et al. (1996), que obtiveram concentração de creatinina de  $0,44 \text{ mmol/kg}^{0,75}$  para essa espécie.

É consenso que há uma correlação positiva entre as concentrações de uréia plasmática e urinária, bem como entre a concentração de uréia na urina com a ingestão de N e a relação proteína:energia da dieta (Harmeyer e Martens, 1980; Van Soest, 1994). Segundo Cavalcante et al. (2006), maior conservação dos compostos nitrogenados ocorre quando se utilizam dietas com menores teores protéicos, pois, o aumento excessivo da PB da dieta pode ocasionar excesso na liberação de uréia, via urina, constituindo desperdício de proteína.

Cardoso et al. (2000), avaliando o BN em novilhos F<sub>1</sub> Limousin x Nelore, alimentados com rações contendo 25,0; 37,5; 50,0; 62,5 e 75% de concentrado, mas sem variar o teor de PB das dietas, não constataram influência dos tratamentos sobre o NU, obtendo média de 35,51g/d. Esse comportamento vem corroborar a afirmativa de Van Soest (1994), de que a concentração de uréia na urina é correlacionada com a ingestão de N.

No presente trabalho, provavelmente, ocorreu um excesso de N circulante em virtude do aumento dos níveis de PB, ocasionando uma maior produção de uréia pelo fígado, e

posterior excreção urinária. Associando-se esta variável com a ingestão de N, pode-se observar um quadro de perda de N, o que não é desejável nos sistemas de produção.

Pode-se também observar que os valores absolutos das excreções de uréia na urina mg/dl (UU) pelos bovinos foram superiores aos obtidos para os búfalos (Tabela 4), em virtude do volume urinário dos bubalinos ter sido mais que o dobro do obtido para os bovinos. Além disso, possivelmente, as concentrações de UU excederam a capacidade de reabsorção dos bovinos. Neste contexto, apesar da maior capacidade de síntese de uréia por bubalinos (Abdullah et al., 1992), os mesmos apresentam maior possibilidade de reabsorção renal de uréia (Norton, 1979).

Os consumos de MS, PB, FDN e CNF dos animais em função dos tratamentos, obtidos por Marques (2007), dados não publicados, estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Médias, coeficiente de variação (CV), coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e equação de regressão (ER), para consumos de matéria seca (CMS), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN), carboidratos não fibrosos (CCNF) em função dos níveis crescentes de concentrado para os bovinos (bo), bubalinos (bu) e em conjunto (c)

Table 5. Average, coefficients of variation (CV), coefficients of determination ( $R^2$ ) and regression equation (RE), of the intakes dry matter (DMI), crude protein (CPI), neutral detergent fiber (NDFI), no fiber carbohydrate (NFCI) in function of the increasing levels of concentrated of cattle (ca), buffaloes (bu) and for all (a)

Itens/itens	Níveis de concentrado na dieta Levels of Concentrate in diet				CV	$R^2$	ER
	0,0	24,0	48,0	72,0			
<b>Bovino / cattle</b>							
CMS (kg/d) DMI (kg/d)	6,87	9,91	12,05	13,21	12,62	0,96	$\hat{Y}=7,3352+0,0882*x$
CPB (kg/d) CPI (kg/d)	0,55	1,12	1,84	2,10	18,59	0,97	$\hat{Y}=0,6005+0,0223*x$
<b>Búfalo / buffaloes</b>							
CMS (kg/d) DMI (kg/d)	7,53	8,48	9,73	9,56	3,54	0,85	$\hat{Y}=7,7191+0,0306*x$
CPB (kg/d) CPI (kg/d)	0,61	0,96	1,49	1,48	7,93	0,89	$\hat{Y}=0,6637+0,0131*x$
<b>Conjunto / all</b>							
CFDNbo (kg/d) NDFIca (kg/d)	5,69	5,60	4,96	4,42	-	-	
CFDNbu (kg/d) NDFIbu (kg/d)	5,79	5,14	3,90	3,58	-	-	
CFDNc (kg/d) NDFIa (kg/d)	5,74	5,37	4,43	4,00	22,13	0,87	$\hat{Y}=5,8378-0,0253**x$
CCNFbo (kg/d) NFClca (kg/d)	0,10	1,56	4,05	5,00	-	-	
CCNFbu (kg/d) NFClbu (kg/d)	0,10	1,36	3,26	3,41	-	-	
CCNFc (kg/d) NFClc (kg/d)	0,10	1,46	3,66	4,21	30,18	0,96	$\hat{Y}=0,1774+0,0605**x$

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

\*\* Significant at 1% of probability, by F test.

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

\* Significant at 5% of probability, by F test.

Marques (2007), dados não publicados.

Como foi observado aumento nos consumos de PB e CNF em relação aos níveis de concentrado, possivelmente houve tendência de manutenção da relação proteína:energia em equilíbrio. Além disso, segundo Valadares Filho et al. (2006), as frações protéicas de degradação intermediária do milho e da soja são similares: cerca de 70% do total de PB; enquanto as respectivas frações de carboidratos do milho são superiores (86,77) à da soja (70,32).

Porém, possivelmente a velocidade de degradação da PB pode ter excedido a velocidade de utilização pelos microrganismos ruminais para seu crescimento. Neste caso, provavelmente, o excesso de amônia produzido foi absorvido pela parede ruminal, transformado em uréia pelo fígado e excretado via urina.

As excreções fecais de N ( $\text{g}/\text{dia}$ ;  $\text{g}/\text{kg}^{0,75}$ ) aumentaram linearmente com a inclusão de concentrado nas dietas, considerando-se os dados obtidos para as duas espécies em conjunto. Comportamento semelhante foi obtido para o NABS, expresso em  $\text{g}/\text{d}$  e  $\text{g}/\text{kg}^{0,75}$  (Tabela 3). Contudo, na Tabela 4, observa-se que, em relação ao tratamento com apenas feno, os búfalos ingeriram e digeriram maiores quantidades de N. Isto pode ser devido à maior capacidade dos búfalos quanto ao aproveitamento de alimentos grosseiros (Kennedy et al., 1992).

O efeito crescente da excreção de N nas fezes, possivelmente está relacionado com o maior consumo de concentrado e, conseqüentemente de N, em relação ao NF. Este comportamento está de acordo com os resultados obtidos por Valadares et al. (1997) e Cardoso (2000).

O BN foi positivo em todos os níveis de concentrado para ambas as espécies, indicando que houve retenção de proteína no organismo animal, proporcionando condições para que não ocorresse perda de peso dos animais experimentais, ainda quando foi fornecida a dieta sem concentrado (Tabela 6). A variação média de peso foi de 461,19 a 519,63 e 455,44 a 509,75kg, respectivamente, para bovinos e bubalinos durante o período experimental.

Tabela 6. Peso vivo (PV) inicial e final de bovinos e bubalinos em função dos níveis crescentes de concentrado

Table 6. Final and initial body weight (BW) of cattle and buffaloes in function of the increasing levels of concentrated

PV/BW	Níveis de concentrado na dieta Levels of Concentrate in diet			
	0,0	24	48	72
	PV bovinos (kg)/cattle BW			
Inicial <i>initial</i>	460,00	466,50	464,75	453,50
Final <i>end</i>	467,50	523,50	524,00	563,50
	PV búfalos (kg)/buffaloes BW			
Inicial <i>initial</i>	484,25	424,75	442,50	470,25
Final <i>end</i>	526,00	491,50	486,00	535,50

Tanto a UU quanto a UP ( $\text{mg}/\text{dl}$ ) sofreram efeito dos tratamentos, apresentando comportamento linear crescente. Silva et al. (2001) relataram que, durante períodos de alta disponibilidade de N, são observadas elevadas concentrações sanguíneas e urinárias de

uréia. Gregory (2004), avaliando os teores séricos de uréia em bovinos da raça Jersey, encontrou valores de 18,2mg/dl, resultado próximo à média encontrada no presente trabalho (19,60mg/dl) para os bovinos e os bubalinos avaliados em conjunto, referente ao nível de 24% de concentrado.

Convertendo-se UP em nitrogênio-uréia-plasmática (NUP), os resultados obtidos neste trabalho foram de: 6,75; 8,16; 10,97 e 11,18 e 6,59; 10,11; 13,65 e 14,17mg/dl, para bovinos e bubalinos, respectivamente. Essas concentrações encontram-se dentro da amplitude de normalidade (6,0 a 27,0mg/dl) relatada por GUIA (2000).

Valadares et al. (1997), trabalhando com novilhos zebus alimentados com rações contendo 45% de concentrado e variando os teores de PB de 7,0 a 14,5%, verificaram, por meio de análise de regressão, que as concentrações plasmáticas de N-uréia variaram de 13,52 a 15,15mg/dl. Também, Oliveira et al. (2001), ao submeterem vacas leiteiras a dietas contendo níveis crescentes de uréia (0; 0,7; 1,4; 2,1% na base da MS), observaram aumento linear nos valores de NUP e na excreção de uréia, em função dos tratamentos.

A excreção urinária média de N em relação ao respectivo consumo médio dos bovinos totalizou 8,65% do ingerido. No caso dos bubalinos, foram perdidos, na forma de NU 22,05% do NC. Já em relação às perdas médias de N nas fezes, os bovinos apresentaram 41,50%, enquanto os búfalos, 38,24%. Por outro lado, o NABS representou 58,50% para os bovinos e 61,76% para os bubalinos, em relação ao NC. Diante do exposto, na média, os búfalos perderam mais N na urina, que nas fezes; contudo, o N digerido foi maior para essa espécie animal, indicando maior capacidade de absorção de N.

A partir do consumo dos nutrientes digestíveis totais (CNDT) médios de 6,0kg/d para os bovinos e 5,19kg/d para os búfalos, em função dos tratamentos, determinados por Marques (2007), pôde-se estimar a síntese de PMI preconizada pelo NRC (2001), a qual apresentou média de 25,23g/d para os bovinos e 27,12g/d para os búfalos.

Segundo o NRC (2001), para obtenção do N metabólico fecal (NMF) é necessário o conhecimento da proteína microbiana verdadeira digestível (PMIVD). No presente trabalho foram estimadas médias de 16,15g/d para os bovinos e 17,35g/d para os bubalinos.

A partir dos dados da PMIVD, obtiveram-se o NMF, segundo o NRC (2001), cujas médias foram 377,11g/d para os bovinos e 262,50g/d para os búfalos.

Para o NUE foi obtida média de 90,26g/d para os bovinos e 72,42g/d para os búfalos. Já as PD apresentaram média de 12,26g/d para os bovinos e 12,20g/d para os búfalos. As PD segundo o NRC (2001), são derivadas das perdas da superfície da pele como descamação dos tecidos e crescimento de pêlos.

As secreções endógenas (SE) foram, em média, de 73,18g/d para os bovinos e 62,15g/d para os búfalos. O NRC (2001) relata que as secreções endógenas são relativas à mucoproteínas da saliva, fragmentos celulares de degeneração dos tecidos epiteliais da boca, esôfago, rúmen-retículo; bem como células fragmentadas dos tecidos epiteliais da mucosa do omaso, abomaso e secreções enzimáticas do abomaso.

Portanto, as exigências de proteína metabolizável para manutenção (PMm), segundo o NRC (2001), totalizaram média de 485,31g/d para os bovinos e de 426,74g/d para os búfalos.

A estimativa da PMm, segundo o AFRC (1993), foi obtida primeiramente calculando-se o N endógeno basal (NEB), que foi, em média, de 226,02g/d para os bovinos e 224,75g/d para os bubalinos, o NEB consiste na soma do NUE e parte do NMF. Se forem comparados os resultados obtidos pelo NRC (2001) em relação à soma do NUE e NMF, pode-se observar que os valores médios são superiores ao NEB estimado pelo AFRC (1993). Isso em virtude das metodologias e conceitos serem diferentes para a estimativa do NMF.

As PD foram, em média, 11,62g/d para os bovinos e 11,56g/d para os búfalos. Assim, as exigências de PMm, segundo o AFRC (1993), foram 237,64g/d para os bovinos e 236,31g/d para os búfalos.

Comparando as exigências de PMm obtidas segundo o NRC (2001), em relação às estimadas pelas equações preconizadas pelo AFRC (1993), pode-se observar uma superioridade dos resultados relativos ao sistema americano de exigências nutricionais. Ratificando as diferenças observadas para a estimação dos requisitos de PMm, Tibo (2000) e Cruz et al. (2006) também encontraram variações de grande magnitude para a estimativa das exigências PMm entre o NRC (1996) e o AFRC (1993); e o NRC (2001) e o AFRC (1993), respectivamente.

Vale ressaltar que, na literatura consultada, não foram encontradas equações específicas para estimativa dos referidos requerimentos para bubalinos. Portanto, os resultados obtidos podem não ser efetivamente aplicáveis para estes animais.

## CONCLUSÕES

O aumento dos níveis de concentrado nas dietas proporciona balanço de nitrogênio positivo, não afetando o estado protéico, tanto dos bovinos quanto dos búfalos, e aumento linear do balanço dos compostos nitrogenados; bem como das concentrações de uréia no plasma e na urina.

As exigências de proteína metabolizável para manutenção de bovinos e bubalinos, estimadas segundo o sistema americano de predição, são maiores que as obtidas por meio das equações propostas pelo AFRC (1993).

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Abdullah, N.; Nolan, J.V.; Mahyuddin, M. et al. Digestion and nitrogen conservation in cattle and buffaloes given rice straw with or without molasses. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, v.119, n.2, p.255-263, 1992.

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. *Energy and protein requirements of ruminants*. Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureaux International. 159p. 1993.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. *The nutrient requirements of ruminants livestock*. Report of the protein group of the Agricultural Research Council Working Party on the nutrient requirements of ruminants. s.e., (Supplement, 1). 1984.

Berchielli, T.T.; Andrade, P.; Furlan, C.L. Avaliação dos indicadores internos em ensaios de digestibilidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.3, p. 830-833, 2000.

Broderick, G.A. *Use of milk urea as indicator of nitrogen utilization in lactating dairy cow*. U.S. Dairy forage. Center Research Summaries, U.S. Department of Agriculture, Agricultural Service. 122p, 1995.

Cardoso, R.C., Valadares Filho, S.C., Silva, J.F.C. et al. Síntese microbiana, pH e concentração de amônia ruminal e balanço de compostos nitrogenados, em novilhos F1 Limousin x Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29 n.6 pg.1844-1852, 2000

Cavalcante, M.A.B.; Pereira, O.G.; Valadares Filho, S.C. et al. Níveis de proteína bruta em dietas para bovinos de corte: parâmetros ruminais, balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.1, p.203-210, 2006.

Chen, B.X.; Samaraweera, L.; Kyle, D.J.; Orskov, E.R. Urinary excretion of purine derivatives and tissue xanthine oxidase (EC 1.2.3.2) activity in buffaloes (*Bubalis bubalis*) with special reference to differences between buffaloes and *Bos Taurus* cattle. *British Journal of Nutrition*, v.15, pg.397-407, 1996.

Chen, X.B.; Gomes, M.J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – an overview of technical details. (Occasional publication) *International Feed Research Unit*. Bucksburnd, Aberdeen:Rowett Research Institute. 21p. 1992.

Cruz, M.C.S.; Vêras, A.S.C.; Ferreira, M.A. et al. Balanço de nitrogênio e estimativas de perdas endógenas em vacas lactantes alimentadas com dietas contendo palma forrageira e teores crescentes de uréia e mandioca. *Acta Scientiarum Animal Sciences* v. 28, n. 1, p. 47-56, 2006.

Fox, D. G., Sniffen, C. J., O'connor, J. D. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. Cattle requirements and diet adequacy. *Journal of Animal Science*, v.70 n.11 p.3578-3596. 1992.

Gregory, L. E.H.; Birgel Junior, J.L.; D'Angelino, F.J. et al. valores de referência dos teores séricos da ureia e creatinina em bovinos da raça jersey criados no estado de são paulo. influência dos fatores etários, sexuais e da infecção pelo vírus da leucose dos bovinos. *Arq. Inst. Biol.*, São Paulo, v.71, n.3, p.339-345, 2004.

GUIA. *Guia médico veterinário*. São Paulo: Editora MARY. 444p. 2000.

Hall, M.B. Recentes avanços em carboidratos não fibrosos na nutrição de vacas leiteiras. In: Simpósio Internacional de Bovinocultura de Leite: Novos conceitos em nutrição. Lavras. Anais... Lavras: Universidade Federal de Lavras, p.149-159, 2001.

Harmeyer, J., Martens, H.. Aspects of urea metabolism with reference to the goat. *Journal Dairy Science*, v.63, p.1707-1728, 1980

Kennedy, P.M.; Boniface, A.N.; Liang, Z.J. et al. Intake and digestion in swamp buffaloes and cattle. 2. The comparative response to urea supplements in animals fed tropical grasses. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, v.119, n.2, p.243-254, 1992.

Ladeira, M.M.; Valadares Filho, S.C.; Coelho Da Silva, J.F. et al. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de dietas contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.28, n.2, p.395-403, 1999.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrients requirements of beef cattle*. 7.ed. ashington, D.C.: National Academic Press, 242p,1996.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrients requirements of dairy cattle*. 7. Ed. Washington, D.C. 381p, 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrients requirements of of dairy cattle*. 6a revised Ed., Washington, National Academy Press, D. C. 157p,1989.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Ruminant nitrogen usage*. Washington, DC.: National Academy, 138p,1985.

Norton, B. W., Moran, J. B. & Nolan, J. V. Nitrogen metabolism in Brahman cross, buffalo, banteng and Shorthorn steers fed on low-quality roughage. *Aust. J. Agric. Res.*, n.30, p.341–351, 1979.

Oliveira. A.S., Valadares. R. F. D., Valadares Filho. S. C. et al. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentas com rações isoprotéicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não- protéicos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30 n.5 p.1621-1629, 2001.

Rennó, L.N. *Consumo, digestibilidade total e parcial, produção microbiana, parâmetros ruminais e excreções de uréia e creatinina em novilhos alimentados com dietas contendo quatro níveis de uréia ou dois de proteína*. 2003, Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003. 252p.

Russell, J.B.; O'Connor, J.D.; Fox, D.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. *Journal of Animal Science*, v.70, n.11, p.3551-3561, 1992.

Silva, C.J.F.; Leão, M.I. *Fundamentos de nutrição de ruminantes*. Editora Livroceres, Piracicaba, 1979.380p.

Silva, D.J., Queiroz, A. C. *Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)*. Viçosa, MG: UFV. 165p, 2002.

Silva, R.M.N., Valadares, R.F.D, Valadares Filho, S.C. et al. Uréia para Vacas em Lactação. 2. Estimativas do Volume Urinário, da Produção Microbiana e da Excreção de Uréia. *Revista Brasileira de Zootecnia.*, v. 30 n. 6, pg. 1948-1957, 2001

Sniffen, C.J., O'connor, J.D., Van Soest, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*, v.70 p.3562-3577. 1992.

Tibo, G.C.; Valadares Filho, S.C.; Coelho da Silva, J.F. et al. Níveis de concentrado em dietas de novilhos mestiços F1 simental x nelore. 2. balanço nitrogenado, eficiência microbiana e parâmetros ruminais. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.29, n.3, p.921-929, 2000.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. *SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas*, Versão 9,8, 1997.

Valadares, R.F.D., Valadares Filho, S.C., Gonçalves, L.C. et al.. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. *Revista Brasileira de Zootecnia.*, v.26 n.6 p.1270-1278, 1997.

Valadares Filho, S.C.; Magalhães, K.A.; Rocha Junior, V.R. et al. *Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos*. 2 ed. Viçosa:UFV. 329p. 2006.

Van Soest, P.J., Robertson, J.B.; Lewis, B.A. Methods for extraction fiber, neutral detergent fiber and mostarch polysaccarydes in relation to animal nutrition cows. *Journal Dairy Science*, v.83, n. 10, p.3583-3597, 1991.

Van Soest, P.J. *Nutritional ecology of the ruminants*. 2.ed., Ithaca: Cornell University. 476p, 1994.