

**UTILIZAÇÃO DE AMIRÉIAS  
(PRODUTO DA EXTRUSÃO AMIDO +  
URÉIA) EM OVINOS ALIMENTADOS  
COM FENO DE COASTCROSS**

**FLÁVIO MORENO SALVADOR**

**2003**

**FLÁVIO MORENO SALVADOR**

**UTILIZAÇÃO DE AMIRÉIAS (PRODUTO DA EXTRUSÃO AMIDO +  
URÉIA) EM OVINOS ALIMENTADOS COM FENO DE COASTCROSS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Ruminantes, para obtenção do título de “Mestre”.

**Orientador**

**Prof. Júlio César Teixeira**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2003**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Salvador, Flávio Moreno

Utilização de amiréias (produto da extrusão amido+uréia) em ovinos alimentados com feno de coastcross / Flávio Moreno Salvador. – Lavras : UFLA, 2003.

99 . : il.

Orientador: Júlio César Teixeira.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Balanço de nitrogênio. 2. Fonte de nitrogênio. 3. Nitrogênio não protéico. 4. Ruminantes. 5. Suplementação protéica. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-636.30855

**FLÁVIO MORENO SALVADOR**

**UTILIZAÇÃO DE AMIRÉIAS (PRODUTO DA EXTRUSÃO AMIDO +  
URÉIA) EM OVINOS ALIMENTADOS COM FENO DE COASTCROSS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Ruminantes, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 14 de fevereiro de 2003

Prof. Dr. Juan Ramon Olalquiaga Perez -UFLA

Prof. Dr. Joel Augusto Muniz - UFLA

Prof. Dr. Antônio Ricardo Evangelista - UFLA

**Prof. Júlio César Teixeira**  
**UFLA**  
**(Orientador)**

**LAVRAS**  
**MINAS GERAIS - BRASIL**

A Deus, criador, sustentador e senhor de minha própria vida.

Aos meus amados pais, **JERDEM** e **NADIR**, que jamais se abateram ou deixaram-se esmorecer frente às dificuldades e que muito lutaram para tornar real esta vitória.

À **ROSANA**, minha esposa, mulher leal, amorosa e companheira, e que sem dúvida nenhuma teve e tem um papel fundamental nesta conquista.

Aos meus irmãos, **ESTER**, **LEVI** e **PRISCILA**, e minha cunhada e sobrinha, **KERLY** e **SARAH**, pelo amor, compreensão e carinho.

Ao meu sobrinho

**EDUARDO DE OLIVEIRA BOTREL (DUDU)**, cuja partida, prematura e inesperada, deixa uma saudade imensa.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

À minha esposa Rosana, pelo carinho e afeto, por sempre ter “segurado a onda” e me apoiado, sendo uma companheira admirável e extraordinária.

À minha família, pelo apoio incondicional, mesmo que distante.

Ao professor Júlio César Teixeira, pela amizade e orientação segura e firme, pela experiência e conhecimentos transmitidos e pelo exemplo de profissionalismo.

Ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, na pessoa do professor Elias Tadeu Fialho, coordenador do curso de Pós-graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realização deste curso.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudo.

Ao professor Juan Ramon O. Perez, pela cessão das ovelhas para a condução do experimento e pelo interesse e apoio sempre demonstrados.

Ao professor Joel Augusto Muniz, pela presteza e solicitude em ajudar na orientação tranqüila da parte estatística do trabalho.

Ao professor Antônio Ricardo Evangelista, pelo prazer e oportunidade de tê-lo colaborando na banca examinadora e possibilitar a utilização do feno de coastcross no trabalho.

A todos os professores do Departamento de Zootecnia, os quais contribuíram para minha formação acadêmica.

Aos funcionários do Laboratório de Pesquisa Animal do DZO/UFLA, Márcio, Suelba, Eliana e José Virgílio, pela amizade e colaboração nas análises bromatológicas.

Aos secretários (Carlos Henrique, Pedro e Keila) e demais funcionários do Departamento de Zootecnia.

À Jonil Indústria e Comércio de Rações Ltda, por ter doado as amiréias utilizadas no experimento.

Ao doutorando e amigo Jocélio dos Santos Araújo (“Seu Jojô”) e ao graduando George Delmond Bueno, pela ajuda enorme nos trabalhos de campo: Valeu mesmo!

Aos amigos de curso, Clenderson, Bruno, Kaneo, Adriano (Pio), Ana Luíza, Juliana Santos (Ju), Douglas (Dr. Forrest), Zuleide (Zuzu), Milena, Patrícia, Marcão (Pacote), Virgílio, André Barreto, Lílian, Arlei, Rodrigo (Sativa) e Márcia Leão, pelo companheirismo e horas agradáveis e divertidas que passamos juntos.

Ao “mano véio” Pedrão (e família: dona Jane, Seu Gugu e Dedé), por ser um amigão e parceiro em todas as paradas!

Ao amigo Sidnei Tavares Reis (“Sidão”) pela ajuda na execução das análises estatísticas.

Ao “tio Bino” (Élberis) e família (tia Zeli, Manú, Dudu e Marcelo), por serem a minha família em Lavras.

Ao “povo que se importa” da PIB de Lavras, na pessoa do Pr. Erlandi e família, pelo carinho e atenção amorosa em todos os momentos.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE ABREVIATURAS.....	i
RESUMO.....	ii
ABSTRACT.....	iii
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	03
2.1 Consumo e digestibilidade dos alimentos pelos ruminantes.....	03
2.2 O uso de compostos nitrogenados não protéicos.....	08
2.2.1 Uréia.....	09
2.2.1.1 Aspectos desfavoráveis da utilização da uréia.....	10
2.2.2 Amiréia.....	13
2.2.2.1 Histórico e características.....	13
2.2.2.2 Pesquisas com o uso da amiréia.....	17
2.3 Concentração de uréia no sangue.....	21
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1 Local, instalações e período de realização.....	25
3.2 Animais e alimentação.....	25
3.3 Tratamentos.....	26
3.4 Fase pré-experimental e de coleta.....	28
3.5 Coleta de alimentos, sobras, fezes e urina.....	28
3.6 Coleta de sangue.....	29
3.7 Análises bromatológicas.....	30
3.8 Delineamento experimental.....	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1 Consumo e digestibilidade total aparente da matéria seca e matéria orgânica.....	33

4.2 Consumo e digestibilidade total aparente da fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido.....	40
4.3 Consumo e digestibilidade total aparente da proteína bruta.....	47
4.4 Balanço de nitrogênio.....	54
4.5 Concentração de N-urético no sangue.....	59
4.6 Diferença entre experimentos.....	65
5 CONCLUSÕES.....	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
ANEXOS.....	86

## LISTA DE ABREVIATURAS

CDFDA	coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente ácido
CDFDN	coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro
CDMO	coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica
CDMS	coeficiente de digestibilidade da matéria seca
CDPB	coeficiente de digestibilidade da proteína bruta
CHOT	carboidratos totais
CV%	coeficiente de variação
EE	extrato etéreo
EqPB	equivalente proteína bruta
FDA	fibra em detergente ácido
FDAD	fibra em detergente ácido digestível
FDN	fibra em detergente neutro
FDND	fibra em detergente neutro digestível
MO	matéria orgânica
MOD	matéria orgânica digestível
MS	matéria seca
MSD	matéria seca digestível
N	nitrogênio
NDT	nutrientes digestíveis totais
N-fez	nitrogênio excretado nas fezes
N-ing	nitrogênio ingerido
NNP	nitrogênio não protéico
N-ret	nitrogênio retido
N-urético	nitrogênio urético
N-urin	nitrogênio excretado na urina
PB	proteína bruta
PBD	proteína bruta digestível

## RESUMO

SALVADOR, Flávio Moreno. **Utilização de amiréias (produto da extrusão amido+uréia) em ovinos alimentados com feno de coastcross.** Lavras: UFLA, 2003. 99p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia).<sup>1</sup>

Com o objetivo de avaliar amiréias com diferentes proporções amido:uréia foi conduzido um ensaio de digestibilidade *in vivo* em que se determinou o consumo e os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), o balanço de nitrogênio e o nível sérico de uréia em diferentes tempos de coleta. Foram utilizadas 16 ovelhas adultas, não prenhes e não lactantes, com predomínio da raça Morada Nova, com peso e desvio padrão de médios de  $46,36 \pm 4,71$  kg, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (amiréias com equivalentes protéicos de 100, 150, 180 e 200%) e os animais tiveram o feno de coastcross moído como dieta básica. As variáveis referentes ao consumo e digestibilidade aparente para a MS, MO, PB, FDN e FDA não diferiram estatisticamente entre as amiréias testadas. O balanço de nitrogênio foi positivo em todos os tratamentos, porém não houve diferença entre as diferentes amiréias estudadas. O nível de uréia sérica foi estatisticamente diferente entre os diferentes tempos de colheita (0, 2, 4 e 8 horas após fornecimento das amiréias), porém não houve diferença significativa entre as amiréias. As igualdades dos resultados obtidos para as variáveis analisadas permitem inferir que as diferentes proporções amido:uréia estudadas têm a mesma eficiência qualitativa quanto ao processo de extrusão.

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador: Júlio César Teixeira - UFLA (Orientador), Juan Ramón Olalquiaga Perez - UFLA e Joel Augusto Muniz - UFLA.

## ABSTRACT

SALVADOR, Flávio Moreno. **Utilization of starea (product of starch+urea extrusion) in sheep fed coastcross hay.** Lavras: UFLA, 2003. 99p. (Dissertation – Master in Animal Science).<sup>1</sup>

With the objective of evaluating starea at different starch:urea proportions, an in vivo digestibility trial was conducted in which consumption and coefficients of apparent digestibility of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF), the nitrogen balance and serum level of urea in different collection times were determined. Sixteen adult non-pregnant and non-lactating ewes, with weight and standard deviation of means of  $46.36 \pm 4.71$  kg, were distributed into a completely randomized design with four treatments (starea with protein equivalents of 100, 150, 180 and 200%) and the animals had ground coastcross hay as the basic diet. The variables concerning consumption and apparent digestibility for DM, OM, CP, NDF and ADF did not differ statistically among the tested starea. Nitrogen balance was positive in all the treatments, but there were no differences among the different starea investigated. The serum level of urea was statistically different among the different collection times (0, 2, 4 and 8 hours after feeding the amireias) and no differences were found among the different starea investigated. The equality of the results obtained for the variables analyzed enable top infer that the different starch:urea proportions studied have the same qualitative effectiveness as to the extrusion process.

---

<sup>1</sup> Guidance Committee: Júlio César Teixeira - UFLA (Adviser), Juan Ramón Olalquiaga Perez - UFLA and Joel Augusto Muniz - UFLA.

## 1 INTRODUÇÃO

A capacidade dos animais de consumir alimentos em quantidades suficientes para alcançar seus requerimentos de manutenção e produção é um dos fatores mais importantes em sistemas de produção, em grande parte dependentes de volumosos. O consumo de alimentos é influenciado por vários fatores e, quando a densidade energética destes é mais baixa, como é o caso de dietas à base de volumosos, o consumo poderá ser limitado pelo efeito do enchimento.

A fibra em detergente neutro (FDN) é uma medida do conteúdo total de fibra insolúvel do alimento e constitui o parâmetro mais usado para o balanceamento de dietas uma vez que tem sido utilizada como fator interferidor da qualidade da mesma e não são poucos os estudos que relacionam a quantidade de FDN nos alimentos e o respectivo consumo destes, em ruminantes.

Dentre as características da dieta que regulam a ingestão e digestibilidade das fibras, salienta-se a deficiência no conteúdo ruminal de compostos nitrogenados. Quando o suprimento de nitrogênio (N) não atende os requerimentos dos microrganismos ruminais, ocorre limitação do crescimento microbiano e depressão da digestão da parede celular, resultando em diminuição do consumo.

A proteína é um dos nutrientes de custo mais elevado na dieta dos animais e a economia da produção é altamente dependente da eficiência da utilização deste nutriente. Por isso compostos nitrogenados não protéicos (NNP) têm sido utilizados na suplementação de animais ruminantes, representando uma alternativa para atender as exigências em proteína, ao mesmo tempo em que reduz o custo deste nutriente.

A eficiência de utilização do N proveniente de compostos nitrogenados não protéicos (como a uréia) pelos microrganismos do rúmen depende de uma série de fatores, dentre eles a perfeita sincronização entre liberação de amônia decorrente da hidrólise da uréia e da presença de energia para síntese de proteína microbiana. A hidrólise da uréia é extremamente rápida, o que pode facultar a perda de N através da urina, e nos últimos anos tem havido um interesse considerável na redução das perdas de N pelos ruminantes.

A sincronização entre a liberação de amônia no rúmen e a oferta de esqueletos de carbono, advinda da degradação de carboidratos, poderia tornar a síntese de proteína microbiana, bem como a degradação das fibras alimentares, mais eficientes. Neste propósito, a amiréia, produto resultante da extrusão de fonte de amido com uréia, parece ser eficiente visto que o processamento destes componentes (amido e uréia) pode ser benéfico em dois sentidos: (1) aumentando a velocidade de fermentação do amido no rúmen, e (2) reduzindo a intensidade de liberação de amônia oriunda da uréia, compatibilizando os dois fatores para a síntese de proteína microbiana.

Uma vez que a uréia tem como grande vantagem, em relação às outras fontes de N, o seu menor custo por unidade de N, amiréias que contenham maiores proporções de uréia, sem que percam seus principais atributos (liberação mais cadenciada de N, com conseqüente redução nas perdas deste nutriente), podem ser importantes e econômicas fontes de NNP para alimentação de ruminantes.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar amiréias com diferentes proporções amido:uréia suplementando dietas de ovinos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Consumo e digestibilidade dos alimentos pelos ruminantes

A capacidade peculiar dos animais ruminantes em coletar, processar e aproveitar alimentos fibrosos, convertendo-os em substâncias nutritivas, depende intimamente da fermentação ruminal realizada pelos microrganismos que habitam os pré-estômagos destes animais, que, por sua vez, requerem energia e proteína em quantidade e qualidade adequadas à sua demanda metabólica para a hidrólise e digestão de moléculas complexas, como por exemplo, a celulose (Church, 1988).

Van Soest (1994) definiu o valor nutritivo de um alimento como sendo resultante da interação entre três aspectos: o consumo, a digestibilidade e a eficiência energética.

A digestibilidade do alimento é, basicamente, sua capacidade de permitir que o animal utilize, em maior ou menor escala, seus nutrientes. Essa capacidade é expressa pelo coeficiente de digestibilidade do nutriente, sendo uma característica do alimento e não do animal (Coelho da Silva & Leão, 1979), em que devem ser respeitadas as diferenças entre ruminantes e monogástricos. Logo, a digestão é um processo de conversão de macromoléculas do alimento em compostos simples que podem ser absorvidos a partir do trato gastrointestinal. Assim, medidas de digestibilidade têm contribuído significativamente para o desenvolvimento de sistemas, com a finalidade de descrever o valor nutritivo dos alimentos (Van Soest, 1994).

Sob o enfoque do consumo, a capacidade dos animais de consumir alimentos em quantidades suficientes para alcançar suas exigências de manutenção e produção é um dos fatores mais importantes em sistemas de produção,

principalmente se estes forem em grande parte dependentes de volumosos (Sniffen et al., 1993). Illius & Jessop (1996) afirmaram que a predição do consumo é o ponto crítico de todos os métodos e modelos atuais de formulação de dietas.

Assim sendo, a avaliação dos fatores que interferem na ingestão de forragem é fundamental para o estabelecimento de técnicas de manejo que possam otimizar o consumo e a utilização da forragem disponível. Mertens (1992) sugeriu que, na estimativa do consumo, devem ser consideradas as limitações relativas ao animal, aos alimentos e às condições de alimentação.

No que concerne ao animal, o controle da ingestão de alimentos é o resultado de vários mecanismos inter-relacionados, que são integrados na resposta final de alimentação. A ingestão de matéria seca (MS) é controlada por (i) fatores fisiológicos de curto e longo prazo, em que o controle é realizado pelo balanço nutricional da dieta, especialmente relacionada à manutenção do equilíbrio energético; (ii) por fatores físicos, que estão associados à capacidade de distensão do próprio rúmen; e (iii) por fatores psicogênicos que envolvam a resposta do animal a fatores inibidores ou estimuladores relacionados ao alimento e/ou ao ambiente (Sniffen et al., 1993; Mertens, 1994; Van Soest, 1994).

Quando se considera o estágio de desenvolvimento das plantas, verifica-se que à medida que crescem, as plantas forrageiras diminuem a densidade e a proporção de folhas e aumentam a proporção de caule, ou seja, ocorre elevação dos teores de compostos estruturais (parede celular), tais como a celulose, a hemicelulose e a lignina e, paralelamente, a diminuição do conteúdo celular, desfavorecendo o consumo e a digestibilidade (Minson, 1990) e, conseqüentemente, o aporte energético, bem como dos demais nutrientes.

Segundo o NRC (1989), os valores de fibra insolúvel em detergente neutro, ou simplesmente fibra em detergente neutro (FDN), e de fibra insolúvel

em detergente ácido, ou simplesmente fibra em detergente ácido (FDA), são mais apurados para medir os componentes de fibra dos alimentos que os valores de fibra bruta (FB). Mertens (1992) reportou que a fibra está intimamente associada à fermentação ruminal, e por isso, relacionada com a digestibilidade e com os valores energéticos dos alimentos.

Embora não seja uma fração quimicamente pura, a FDN é o componente do alimento que mais se aproxima dos valores do conteúdo da parede celular, ou seja, é a que melhor representa os constituintes de baixa degradação da dieta (Mertens, 1989). Embora não contenha a pectina, mucinas, gomas e mucilagens, que são removidas durante o processo de determinação (que na verdade são rapidamente fermentadas pelos microrganismos do rúmen), a FDN inclui principalmente a celulose, hemicelulose e lignina (Van Soest, 1994).

Existem correlações entre a ingestão voluntária e o teor de FDN, graças à relação desta com a ocupação de espaço pelos alimentos volumosos (Mertens, 1989). Assim, se a ingestão é limitada pela ocupação de espaço do trato gastrointestinal, alimentos com alto teor de FDN terão sua ingestão restringida (Conrad et al., 1964). Desta forma, o animal consome alimento até atingir a capacidade máxima de ingestão de FDN, que passa a inibi-la, havendo, assim, um limite de distensão ruminal que determina a interrupção da ingestão voluntária. Por outro lado, em dietas com baixa proporção de FDN e com densidade energética mais elevada, a demanda fisiológica do animal em energia passa a ser o fator que limita a ingestão (Mertens, 1994) e, nesta circunstância, a característica que primeiro afeta esta relação é a digestibilidade. Neste caso, o animal consome alimento para manter constante o aporte de energia, enquanto a ingestão de MS diminui com o aumento da digestibilidade. O fator que determina a saciedade, controlando a ingestão neste caso, é a densidade calórica da dieta (Van Soest, 1994).

Pelo exposto, a ingestão e a digestibilidade podem estar positiva ou negativamente correlacionadas entre si, dependendo das características qualitativas da dieta (Mertens, 1994). A correlação é positiva, quando se utilizam dietas de baixa qualidade, pois o volume ocupado pela fração de baixa digestibilidade reduz a ingestão. O esvaziamento do trato gastrintestinal é dado pelo aumento da taxa de passagem; assim, a ingestão é inversamente relacionada ao conteúdo de FDN da dieta. Por outro lado, a ingestão e a digestibilidade são negativamente correlacionadas, quando se trata de dietas de alta qualidade, em que a fração fibrosa é pequena e, provavelmente, não afeta a ingestão, que será controlada pelo requerimento energético do animal. Neste caso, a FDN é correlacionada positivamente à ingestão, pois quando a FDN aumenta, reduz-se a digestibilidade e o animal necessita consumir mais para atender a seu requerimento de energia (Araújo et al., 1998).

Assim, o teor de FDN tem sido considerado como um importante definidor da qualidade da dieta, uma vez que representa a fração menos digestível dos alimentos. A indigestibilidade da MS é o principal fator que diminui o consumo de alimentos em ruminantes (Conrad, 1966; Mertens, 1994; Van Soest, 1994 e Allen, 1996).

Por outro lado, o papel da fibra na manutenção das condições ótimas do rúmen é aceito pela maioria dos cientistas e nutricionistas. A fibra da dieta afeta profundamente as proporções de ácidos graxos voláteis no rúmen e estimula a ruminação e mastigação (Sudweeks et al., 1981). Tanto a concentração de FDN da dieta como o tamanho das partículas são importantes para tal estímulo.

Deste modo, a busca por uma melhora no consumo e na digestibilidade da MS da dieta, sem que se incorra em reduções expressivas do teor de FDN desta (obtenível por exemplo, através do uso de concentrados), parece conduzir especialmente em buscar uma melhoria da digestibilidade da própria FDN.

Segundo Oba & Allen (1999), a melhora da digestibilidade da FDN da forragem aumenta significativamente a ingestão de MS e a produção leiteira.

Dentre as características da dieta que influenciam a regulação da ingestão dos alimentos, salienta-se a deficiência ruminal de compostos nitrogenados (seja na forma de amônia, aminoácidos ou peptídeos). Quando o suprimento de nitrogênio (N) não atende aos requerimentos microbianos, ocorre limitação do crescimento microbiano e depressão da digestão da parede celular, resultando em diminuição do consumo (Wilson & Kennedy, 1996). Deste modo, a suplementação nitrogenada melhora a degradação da matéria orgânica (MO) no rúmen, resultando em incremento na taxa de passagem dos alimentos e, conseqüentemente, eliminando os empecilhos físicos que dificultam aos animais consumirem mais alimento (Romney & Gill, 2000).

Desta forma, o uso estratégico de fontes de nitrogênio suplementar em muitos sistemas de produção de ruminantes é necessário para se obter nível aceitável de desempenho animal. Um desafio constante é prever com eficiência o impacto que a suplementação terá no desempenho animal. Uma estratégia de suplementação adequada seria aquela destinada a maximizar o consumo e a digestibilidade da forragem disponível.

A celulose e a hemicelulose, principais componentes da FDN, constituem a maior fração da dieta dos ruminantes e são, normalmente, as maiores fontes de substrato disponíveis para a fermentação do rúmen, em circunstâncias em que a dieta seja predominantemente constituída por volumosos. Estes carboidratos são degradados graças à ação de enzimas extracelulares sintetizadas pelas bactérias, protozoários e fungos anaeróbios presentes no rúmen, especializados na degradação destes compostos (Ørskov, 1992). Tais microrganismos têm o N na forma de amônia como forma preferencial na síntese de suas proteínas, portanto o uso de fontes suplementares

de nitrogênio não protéico é eficiente no atendimento dos requerimentos de N destas categorias de microrganismos (Hungate, 1966)

Russel (1992) lembra que a amônia presente no rúmen atua diretamente no crescimento das bactérias que degradam a fração fibrosa dos alimentos, aumentando a digestão desta.. Vanzant et al. (1990) fazem menção de ser a suplementação nitrogenada mais importante que a energética quanto à digestibilidade da fibra, uma vez que suplementaram novilhos com 0; 0,45; 0,91 e 1,81 kg.dia-1 de grãos de sorgo, e não observaram diferenças na digestibilidade aparente da FDN. Tal informação é coerente com os resultados de Signoretti et al. (1999), os quais, alterando a proporção de volumoso e concentrado nas dietas de bezerros holandeses, reduziram em 15% a concentração de nutrientes digestíveis totais (NDT) sem que houvesse alteração na digestibilidade aparente da FDN.

A avaliação do valor nutritivo dos alimentos consumidos pelos animais criados extensivamente ou confinados tem sido um desafio para os nutricionistas. A diversidade de alimentos que podem e são utilizados na alimentação de ruminantes é muito grande, mas seu valor nutricional, ou sua qualidade, é determinado por uma complexa interação entre os seus constituintes e por sua interação com os microrganismos do trato digestivo, nos processos de digestão, na absorção, no transporte e na utilização dos metabólitos, além da própria condição física do animal.

## **2.2. O uso de compostos nitrogenados não protéicos**

Segundo Lopez (1984), os suplementos protéicos (de origem vegetal ou animal) são normalmente os componentes mais caros das rações, por isso os compostos nitrogenados não protéicos têm sido utilizados na suplementação de

animais ruminantes, representando uma alternativa para atender às exigências animais em proteína, ao mesmo tempo em que reduzem os custos deste nutriente (Huber, 1984). Weiske e colaboradores, em 1879, parecem ter sido os primeiros a sugerir o emprego de compostos nitrogenados não protéicos como substitutos da proteína em dietas de ruminantes (Coelho da Silva & Leão, 1979).

### **2.2.1. A uréia**

Dentre os produtos mais comumente utilizados, a uréia merece lugar de destaque. Segundo Coelho da Silva & Leão (1979), parte das exigências protéicas totais dos animais poderia ser suprida eficientemente pela uréia.

Após a ingestão, a uréia é rapidamente hidrolisada, produzindo amônia, graças à sua elevada solubilidade e à ação da enzima urease, produzida pelos microrganismos ruminais (Reynolds, 1971 e Owens & Zinn, 1988). A amônia é o composto central para a síntese de proteína microbiana no rúmen e pode surgir no rúmen através da degradação proteolítica do alimento (e/ou da própria proteína microbiana), ou ser proveniente da decomposição da uréia e outras fontes de nitrogênio não protéico (NNP), sejam estas provenientes da dieta ou não (Owens et al., 1980 e Ørskov, 1992). Bloomfield et al. (1960) estimaram que a taxa de degradação da uréia em amônia é cerca de quatro vezes maior que a taxa de utilização de amônia pelos microrganismos e Swingle et al. (1977) relataram que a uréia transforma-se em amônia numa velocidade maior que a transformação de lignocelulose em ácidos graxos voláteis necessários para a síntese de proteína microbiana. A amônia presente no rúmen, quando não capturada pelos microrganismos ruminais para a síntese protéica, pode sair dele através do epitélio para a corrente sanguínea ou do alimento para o abomaso (Owens & Bergen, 1983).

Segundo Huber (1984), os fatores que afetam a utilização da uréia, ou de outros compostos nitrogenados não protéicos, na síntese de proteína microbiana são a taxa de degradação dos carboidratos da dieta e a concentração energética desta, a concentração de nitrogênio na dieta, a taxa de diluição do rúmen, o enxofre presente na dieta, as características animais e a adaptação destes ao composto em uso.

Muitos foram os trabalhos que verificaram a possibilidade e vantagens do uso da uréia na alimentação de ruminantes, em diferentes circunstâncias, quer seja pela melhora na digestibilidade de nutrientes, quer seja pela elevação da ingestão de MS e outras frações nutritivas da dieta (Melo et al., 1983; Rodrigues, 1985; Brosh et al., 1990; Figueira et al., 1991, Aroeira et al., 1995; Coutinho Filho et al., 1995; Lavezzo et al., 1996; Sampaio et al., 2000 e Carmo, 2001). Foi avaliado o uso da uréia até mesmo em ruminantes jovens, recém-desmamados, que ainda não apresentam seus pré-estômagos completamente desenvolvidos (Veira & MacLeod, 1980; Huber & Kung, 1981; Rodrigues et al., 1984 e Campos et al., 1992).

#### **2.2.1.1. Aspectos desfavoráveis da utilização da uréia**

Segundo Owens & Bergen (1983), a concentração de amônia no rúmen resulta de um balanço entre as fontes de abastecimento (degradação de proteína dietética, degradação do protoplasma microbiano e hidrólise da uréia, dietética ou reciclada - via saliva ou difusão pelo epitélio do rúmen) e as vias de saída (utilização pelos microrganismos na síntese de proteína, absorção pela parede do rúmen e passagem para o abomaso e trato inferior). Quando as fontes de abastecimento fornecem amônia em quantidades muito acima da capacidade de utilização pelos microrganismos, a absorção desta pela parede do rúmen e a passagem para o abomaso tornam-se quantitativamente importantes.

Ingestão de fontes de N de rápida degradabilidade, como, por exemplo, a uréia, pode promover a instauração de excesso de amônia no rúmen. Esta amônia em excesso, ao atravessar o epitélio ruminal e ser carregada via sistema circulatório até o fígado, é ali novamente convertida à uréia (Mugerva & Conrad, 1971), em um processo conhecido como “ciclo da uréia” (Lehninger et al., 1995), que resulta na manutenção baixa dos níveis sanguíneos de amônia, sendo esta uma forma de desintoxicação. A quantidade circulante de uréia é mantida através de três vias de excreção: urina, saliva (de volta ao rúmen) e diretamente por difusão através das paredes do aparelho gastrointestinal, principalmente do rúmen (Le Bars, 1967).

Este processo de reconversão de amônia em uréia no fígado é oneroso ao organismo, custando cerca de 12 kcal.grama<sup>-1</sup> de nitrogênio (Van Soest, 1994). Tanto a amônia absorvida através do epitélio do rúmen quanto o nitrogênio provindo da degradação de aminoácidos absorvidos no intestino delgado exercem o mesmo efeito estimulatório sobre a síntese de uréia no fígado, sendo apenas diferente a velocidade com que este processo se inicia (Harmeyer & Martens, 1980).

Mugerva & Conrad (1971), estudando o metabolismo do nitrogênio em vacas em lactação, constataram que dietas com elevados níveis de uréia (até 6,2% da MS do concentrado) promoveram aumentos significativos da excreção de nitrogênio via urina, o que implica em desperdício de nutriente. Araújo et al. (1994), fornecendo rações isoprotéicas para vacas lactantes, com diferentes níveis de degradabilidade de proteína, notaram que quanto maior a degradabilidade da proteína no rúmen, maiores foram as perdas de nitrogênio por meio da excreção urinária. Apesar disso, foi verificado que os consumos e as digestibilidades aparentes totais da MS, MO, FDN e da fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) não diferiram entre as rações (Araújo et al., 1995).

Estes dados apontam para a possibilidade da ocorrência de perdas de nitrogênio quando não houver a sincronização adequada entre a liberação da amônia no sistema ruminal e a captação eficiente desta pelos microrganismos para a síntese de proteína microbiana.

Quando a capacidade hepática de conversão da amônia em uréia chega a certo limite, as concentrações sanguíneas de amônia podem se elevar, promovendo um quadro de intoxicação. O montante de uréia necessário para provocar intoxicação depende de vários fatores, principalmente da velocidade de ingestão da uréia (ou da degradabilidade da fonte de N dietética), do pH do rúmen e da adaptação do animal.

Outro efeito desfavorável decorrente do uso de uréia na suplementação nitrogenada diz respeito à ingestão de dietas nas quais ela está incluída. A diminuição da ingestão de alimentos devido a quantidades elevadas de uréia na dieta (acima de 1,5 a 2% da MS) tem ocorrido mesmo em animais aparentemente adaptados fisiologicamente (Huber & Kung, 1981). A baixa palatabilidade tem sido mencionada como uma das causas desse efeito depressivo da uréia na ingestão (Borges, 1999 e Silva et al., 2001).

Huber & Cook (1972), estudando o efeito do nível de uréia no concentrado (1 e 3% da MS) e do local de administração da uréia (oral, ruminal ou abomasal) sobre a ingestão do concentrado, concluíram que o efeito depressivo na ingestão do concentrado com maior nível de inclusão de uréia foi devido ao sabor indesejável e não a efeitos no rúmen ou pós-rúmen; e que a adição de melão não evitou a depressão na ingestão do concentrado com maiores níveis de uréia.

Porém, Wilson et al. (1975) observaram decréscimo no consumo de MS de ração completa contendo 2,3% de uréia (na base da MS da dieta) mesmo quando a uréia foi administrada intra-ruminalmente. Esses autores observaram que o aumento da quantidade de uréia de 1 para 3% na MS da dieta acarretou em

acréscimos nas concentrações de amônia no rúmen e de uréia no sangue e saliva, enquanto o nível de amônia no sangue não se alterou. Foi sugerido que metabólitos intermediários do catabolismo da uréia podem em parte ser responsáveis pela depressão na ingestão de alimentos quando os níveis de uréia na dieta estão acima de 1%, conforme Chalupa et al. (1979) e Huber & Kung (1981).

Todos os aspectos anteriormente relacionados; a rápida hidrólise da uréia em amônia, potencializando os riscos de intoxicação, bem como permitindo a ocorrência de perdas de nitrogênio através da urina; além da possível queda na ingestão alimentar e também o ônus energético advindo da reconversão da amônia em uréia, no fígado, tornam evidente a necessidade de adaptação dos animais para dietas em que se inclui uréia. A adaptação dos animais ao consumo de uréia reduziria a perda de nitrogênio, via excreção urinária, visto que a retenção de nitrogênio apresenta tendência de aumento após o início do fornecimento de NNP, até certo ponto em que um platô é atingido (NRC, 1985b).

### **2.2.2. Amiréia**

#### **2.2.2.1. Histórico e características**

Em virtude do mecanismo pelo qual os microrganismos sintetizam proteína microbiana a partir da amônia (resultante na hidrólise da uréia ou da degradação de aminoácidos) e de esqueletos de carbono, a manipulação adequada de uma fonte de energia, ou da relação entre energia disponível e amônia liberada, poderia incrementar mais o uso de nitrogênio não protéico (NNP) (Smith, 1979). Campos & Rodrigues (1984) afirmaram que a eficiência da utilização da amônia é maior em dietas com baixo nível de nitrogênio e que

contenham altos níveis de energia, além de minerais e outros componentes que aumentem a atividade microbiana. Desta forma, as perdas de nitrogênio amoniacal podem ser reduzidas se a taxa de fermentação dos carboidratos degradáveis no rúmen for devidamente sincronizada com a taxa de degradação de proteína, favorecendo o desenvolvimento da flora microbiana e a utilização dos alimentos (Herrera-Saldana et al., 1990 e Cameron et al. 1991).

A velocidade de degradação ruminal produzida pela ação microbiana ruminal sobre as diferentes frações dos alimentos repercute sobre a dinâmica e equilíbrio dos fluxos de substratos disponíveis para os microrganismos do rúmen (McCarthy et al., 1989); assim, qualquer metodologia que efetivamente torne a uréia solúvel à taxa mais lenta do que a fornecida *in natura* poderia conduzir à sua otimização em dietas para ruminantes, desde que adequadamente balanceadas para esse fim. A liberação gradual de amônia permite aos microrganismos do rúmen síntese contínua de proteína celular (Cass et al. 1994).

Pesquisadores do Estado do Kansas (EUA) combinaram grãos de cereais e uréia num processo de extrusão e cozimento, sob condições de calor, umidade e pressão, o que provoca a gelatinização do amido dos grãos. Este produto recebeu o nome de *starea*, e nada mais é do que o resultante da fusão das palavras inglesas *starch* (amido) e *urea* (uréia) (Helmer et al., 1970a; 1970b e Bartley & Deyoe, 1975). Segundo os autores, neste tipo de processamento, o grânulo de amido é gelatinizado e a uréia é modificada de uma estrutura cristalina para uma forma não-cristalina, sendo a maior parte das estruturas não-cristalinas encontradas dentro da porção gelatinizada, tornando-a mais palatável que misturas não processadas de grão e uréia, melhorando a aceitabilidade do concentrado. De acordo com Stiles et al. (1970), a extrusão provoca a incorporação da uréia na estrutura do amido, o que promove melhora na aceitabilidade dos concentrados que a incluem em suas composições.

Na década de 80, no Brasil, este produto foi desenvolvido com o mesmo objetivo pela Universidade Federal de Lavras (então Escola Superior de Agricultura de Lavras) e recebeu o nome de *amiréia* (Maia et al., 1987).

Carmo et al. (1999) estudaram a degradabilidade do nitrogênio no milho extrusado com uréia e verificaram diminuição de cerca de 20% na solubilidade do nitrogênio, confirmando valores anteriormente obtidos por Silva (1999). Deste modo, este produto funciona como um complexo de liberação gradual de amônia, o que pode permitir aos microrganismos do rúmen uma síntese contínua de proteína. Isso foi evidenciado por Helmer et al. (1970b) quando, em um experimento *in vitro*, notaram concentrações ( $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ ) maiores de proteína microbiana e menores de amônia no fluido ruminal após quatro horas de fermentação, quando o substrato utilizado foi a starea, ao invés da uréia. A menor concentração de amônia no fluido ruminal deve ter ocorrido como consequência do aumento da eficiência dos microrganismos em utilizar a amiréia como fonte de nitrogênio. Resultados semelhantes foram observados por Maia et al. (1987), os quais estimaram a síntese de proteína microbiana *in vitro* utilizando como substrato quatro misturas de raspa de mandioca (fonte de amido) com uréia, processadas ou não, e verificaram que a síntese protéica com base nas misturas processadas (amiréia) foi superior (2,5 a 3 vezes) em relação às misturas não processadas. Também Sinclair et al. (1993) observaram que a produção de proteína microbiana ( $\text{g N}\cdot\text{kg}^{-1}$  de MO ingerida) e a eficiência de síntese de proteína microbiana ( $\text{g N}\cdot\text{kg}^{-1}$  de MO verdadeiramente fermentável) foram, respectivamente, 27 e 13% superiores, quando ovinos foram alimentados com dietas sincronizadas na liberação de N e energia no rúmen.

Helmer et al. (1970b) constatou, ainda, que a proteína microbiana produzida possuía mais aminoácidos essenciais.

Além disso, o amido gelatinizado que compõe a amiréia diminui as perdas de amônia a partir do rúmen, já que sua taxa de fermentação é

sincronizada com a taxa de degradação da proteína (ou uréia). Quando o suprimento de carboidratos disponíveis no rúmen aumenta, há mais energia para induzir à síntese de proteína microbiana e à utilização de amônia (Russel, 1992).

Nocek & Taminga (1991) lembram que no sentido de otimizar a síntese protéica no rúmen, os carboidratos de degradação mais lenta teriam vantagem quando comparados aos carboidratos de rápida degradação, e que estes últimos, na verdade, perturbariam o equilíbrio do ecossistema ruminal, podendo vir a ser tóxicos para os próprios microrganismos, quando em excesso (Russel, 1998). Neste sentido, a avaliação do potencial de degradabilidade dos carboidratos tem papel importante no aspecto de contribuir para permitir a elaboração mais eficiente de produtos como a amiréia.

MacCarthy et al. (1989) observaram que rações compostas de milho (carboidrato de degradação mais lenta), independentemente da fonte de proteína (farinha de peixe ou farelo de soja - lenta e rápida degradabilidade, respectivamente), propiciaram maiores consumos de MS, MO e amido e maior produção de leite em vacas Holandesas múltiparas, em início de lactação, quando comparadas com rações que continham cevada (carboidrato de rápida degradação ruminal). Assim, a taxa de fermentação do amido pode influenciar a taxa de utilização da amiréia pela alteração do suprimento de energia para o crescimento microbiano (Russel et al., 1984).

Outras tentativas de extrusão da uréia também foram levadas a efeito, como, por exemplo, o trabalho de Higgenbotham (1984), citado por Huber (1984), que forneceu, a vacas lactantes, uréia extrusada com sementes de algodão e obteve maiores produções leiteiras do que as alcançadas por vacas que forem alimentadas somente com sementes processadas sem uréia ou quando houve fornecimento de semente integral com e sem uréia.

#### 2.2.2.2. Pesquisas com o uso da amiréia

A literatura conta com diversos trabalhos em que se avaliou a viabilidade de uso da amiréia para diferentes classes de animais, inclusive em monogástricos, como eqüinos (Araújo et al., 1999) e coelhos (Correia, 1992, Correia et al., 1994, 1995; Teixeira et al., 1988a, b, c e d; 1990a e b)

Com ruminantes, da mesma forma, um grande número de trabalhos foi conduzido no sentido de avaliar a amiréia comparativamente a outras fontes de nitrogênio (protéicas e não protéicas), em diferentes possibilidades de uso.

Como suplemento nitrogenado para bovinos em sistema de pastejo, pode-se citar o trabalho de Teixeira et al. (1998), em que um tipo de amiréia (com 150%EqPB) foi administrado a novilhos mestiços (peso médio de 273,6 kg) sob pastejo de *Brachiaria decumbens*, os autores verificaram que quando a amiréia foi fornecida junto ao sal mineral numa proporção de 2:1, o ganho de peso dos animais foi 49,4% superior ao obtido pelos animais que receberam apenas sal mineral+uréia (proporção 1:1), embora os consumos diários de uréia tivessem sido bastante próximos (23,03 e 28,09 g.animal<sup>-1</sup> para o tratamento uréia+sal mineral (1:1) e amiréia+sal mineral (2:1), respectivamente).

Por sua vez, Oliveira et al. (2002), utilizando machos da raça nelore com peso médio de 373,8 kg, não verificaram vantagens do uso da amiréia na composição de misturas múltiplas, nem mesmo com relação ao uso de uréia como fonte nitrogenada de uma das misturas, ou ainda com relação ao tratamento controle (apenas sal mineralizado). No entanto, os autores chamaram a atenção para a excelente qualidade das pastagens (*Brachiaria brizantha*, CV Marandu) que compunham os piquetes experimentais, o que poderia impedir a manifestação do caráter suplementar das misturas múltiplas. Este aspecto fica ressaltado quando se verifica que a ingestão de MS total; em relação ao peso vivo dos animais, em todos os tratamentos, atingiu mais de 2%, sendo o maior

índice verificado justamente no tratamento testemunha (sem suplementação de nitrogênio), que foi de 2,44% do peso vivo; nenhum dos resultados dentro desta variável diferiu significativamente dos outros.

Sob condições de engorda em regime de confinamento, Seixas et al. (1999) lembram que as rações utilizadas na alimentação dos animais são resultantes da combinação de diferentes alimentos e que a procura por ingredientes que proporcionem adequação nutricional e economia torna-se ponto chave para o empreendimento. Os autores utilizaram rações completas, enriquecidas com concentrados tendo o farelo de algodão, a uréia ou a amiréia como fonte de nitrogênio suplementar. A silagem de milho foi utilizada como volumoso. Não foram verificadas diferenças significativas entre as dietas quanto ao ganho de peso diário, conversão alimentar e conversão protéica, embora nestes três aspectos o concentrado com amiréia tenha proporcionado resultados numericamente melhores em relação aos outros tratamentos (farelo de algodão e uréia).

Salman et al. (1997), utilizando ovinos, avaliaram o consumo e digestibilidade aparente da MS e PB de dietas à base de silagem de milho suplementadas com farelo de algodão, uréia e amiréia e não conseguiram apurar diferenças significativas quanto ao consumo de MS e matéria seca digestível (MSD), embora salientassem que a ingestão desta última tivesse sido 40% maior que a alcançada pelo tratamento com uréia. Já com relação à digestibilidade aparente da MS, o tratamento com amiréia proporcionou os melhores resultados ( $P>0,05$ ).

Em outro trabalho, sob as mesmas condições experimentais e comparando as mesmas fontes (amiréia, uréia e farelo de algodão), Ezequiel et al. (2001a) verificaram a superioridade da amiréia em relação à uréia no que concerne à digestibilidade da FDN, o que de certa forma pode ter repercutido em

uma pequena (ainda que não significativa) melhora da digestibilidade da energia, apesar do baixo coeficiente de variação encontrado (5,95%).

Alguns ensaios em que se estudou a possibilidade da amiréia substituir farelos protéicos também foram realizados. Por exemplo, Teixeira et al. (2000) avaliaram o desempenho de bezerros leiteiros, com idade inicial de 21 dias, que tiveram o farelo de soja (T1) de seus concentrados substituídos integralmente por amiréia (T2), mistura de raspa de mandioca + uréia (T3) ou pela combinação das duas alternativas (T4). Nenhuma diferença foi verificada entre os tratamentos quanto ao ganho de peso diário, o consumo de concentrado e de volumoso e a conversão alimentar dos bezerros, de maneira que os autores concluíram que a amiréia, inclusa nos concentrados ao nível de 17,4%, se mostrou viável como fonte protéica, comparada ao farelo de soja.

Animais cujas demandas protéicas são elevadas, como é o caso de vacas de alta produção, também foram alvo de estudos quanto ao uso da amiréia em suas dietas. A recomendação de se suplementar estes animais com proteína não degradável no rúmen, ou proteína protegida, tornou-se prática comum e amplamente aceita por nutricionistas e produtores nos últimos anos. Carmo et al. (2001) avaliaram a ingestão de MS, produção e composição do leite de vacas (múltiparas e primíparas) com período médio de lactação de 200 dias e produção de 22 kg.dia<sup>-1</sup>, no início do experimento, que receberam dietas e que se alternaram, como fonte protéica, o farelo de soja, a amiréia e a uréia, e obtiveram melhores respostas, em termos de kg de leite diários produzidos, para as vacas que tiveram a amiréia como fonte de N, assim como também foram melhores as ingestões de MS deste grupo, embora não tivessem sido analisadas estatisticamente.

Também alguns trabalhos foram realizados na tentativa de avaliar diferentes aspectos qualitativos da amiréia. Por exemplo, Teixeira et al. (1991) utilizaram ovinos fistulados no rúmen com o objetivo de avaliar a

degradabilidade e a taxa de degradação *in situ* de amiréias (obtidas a partir de diferentes fontes de amido - raspa de mandioca, farinha de mandioca, sorgo e milho) comparativamente às do farelo de soja e farelo de algodão. Os tratamentos constituídos por amiréia apresentaram valores maiores de degradabilidade, sendo que a amiréia elaborada a partir da raspa de mandioca proporcionou os valores de degradabilidade mais elevados.

Em outro trabalho, Teixeira et al. (1999), utilizando vacas Holandesas, avaliaram a degradabilidade da MS e da PB de amiréias produzidas com duas fontes distintas de amido (milho e raspa de mandioca) e sob três formas físicas (amiréia na forma inteira, quebrada e moída) e não encontraram diferenças significativas entre as formas físicas. No entanto, as amiréias elaboradas com a raspa de mandioca como fonte de amido propiciaram degradabilidades médias da MS e EqPB maiores (69,7 e 93,0%) que as alcançadas quando o milho foi a fonte de amido (56,1 e 87,4%). Este fato pode ser explicado conforme Rooney & Pflugfelder (1986), segundo os quais o amido dos cereais, em relação ao proveniente dos tubérculos, tem uma maior tendência em sofrer um processo de retrogradação, ou seja, uma nova cristalização das moléculas por intermédio da formação de pontes de hidrogênio entre elas.

Uma vez que a uréia tem como grande vantagem em relação aos concentrados protéicos convencionais seu menor custo por unidade de nitrogênio (Swingle et al., 1977), trabalhos que avaliem amiréias contendo concentrações diferentes de N são importantes no sentido de indicar limites para a inclusão da uréia durante o processo de extrusão e confecção de amiréia. Diversos autores relataram a possibilidade de seus resultados alcançados com o uso de amiréia terem sido conflitantes com o de outros trabalhos, também com amiréia, mencionando que talvez a concentração de uréia nas amiréias utilizadas fosse muito baixa (Salman et al., 1997) ou muito alta (Carmo et al., 2002).

Existe, na literatura, uma variedade de amiréias com concentrações protéicas (em termos de equivalente proteína bruta - EqPB) bastante diferentes:

- Helmer et al. (1970b) = 40% EqPB (aproximadamente 14% de uréia);
- Reddy et al. (1981) = 50 e 70% EqPB (aproximadamente 18 e 25% de uréia);
- Salman et al. (1997) = 38,8% EqPB (aproximadamente 14% de uréia);
- Teixeira et al. (1999) = 45% EqPB (aproximadamente 16% de uréia);
- Silva (1999) = 77% EqPB (aproximadamente 27% de uréia);
- Feitosa et al. (2000) = 56 e 84% EqPB (aproximadamente 25 e 30% de uréia);
- Carmo et al. (2001) = 150% EqPB (aproximadamente 53% de uréia);
- Ezequiel et al. (2001b) = 70 e 84% EqPB (aproximadamente 25 e 30% de uréia).

Porém, muito poucos trabalhos existem em que se comparam diferentes formulações de amiréias quanto às proporções uréia:amido, entre si.

### **2.3. Concentração de uréia no sangue**

Enquanto em animais monogástricos os precursores da uréia sintetizada derivam principalmente do metabolismo nitrogenado dos tecidos, em ruminantes mais de 60% da uréia plasmática derivam do metabolismo da amônia no rúmen (Kennedy & Milligan, 1978).

As bactérias são os principais microrganismos ruminais envolvidos no metabolismo de proteína, apesar de a remoção dos protozoários do rúmen causar uma diminuição significativa na proteólise (Nolan, 1993). Como a maior parte das proteases ocorre principalmente associada à superfície da célula bacteriana,

para Broderick et al. (1991), o primeiro passo para a quebra da proteína é a adsorção da proteína solúvel à superfície da bactéria ou da bactéria à proteína solúvel.

Após a proteólise inicial, os grandes polipeptídeos são hidrolizados a oligopeptídeos, então peptídeos e aminoácidos. A principal forma pela qual peptídeos ou aminoácidos entram na célula bacteriana, segundo Broderick et al. (1991), ainda não está claramente definida. Os peptídeos e aminoácidos transportados para o interior da célula podem ser incorporados à proteína microbiana ou deaminados a ácidos graxos voláteis e amônia. Essa amônia, segundo Nolan (1993), é então disponível para assimilação e síntese de proteína microbiana por outros microrganismos.

Enquanto os protozoários não utilizam amônia, a maioria das espécies de bactérias no rúmen pode utilizá-la para crescimento, sendo a única fonte de compostos nitrogenados para as principais espécies celulolíticas (Nolan, 1993).

Originada principalmente da fermentação do alimento no rúmen, de células lisadas e da uréia reciclada e dietética, a amônia penetra na célula microbiana por difusão passiva, principalmente na forma de  $\text{NH}_3$ , e a absorção da amônia através da parede do rúmen é a rota principal para a amônia que não foi assimilada pelos microrganismos (Remond et al., 1993).

A amônia absorvida a partir do rúmen, e presente na corrente circulatória, é removida da circulação portal pelo fígado, onde entra no ciclo da uréia diretamente por condensação com o  $\text{CO}_2$  mitocondrial para formar carbamil-fosfato na presença da enzima carbamil-fosfato sintetase. Apenas metade do nitrogênio uréico (N-uréico) é originária da amônia livre, sendo o outro N proveniente do aspartato citoplasmático, atuando como doador específico de N na conversão da citrulina em arginina (Lehninger et al., 1995). A síntese de uréia no fígado reflete não somente a absorção de amônia a partir do

rúmen, bem como a captação de amônia, aminoácidos e peptídeos a partir de todo o trato gastrointestinal (Van der Walt, 1993).

Além das circunstâncias em que ocorre o aporte abrupto de grandes quantidades de compostos nitrogenados, excedentes de amônia podem também ser gerados quando houver desbalanço entre a disponibilidade de energia (baixa) e de proteína (alta), sendo a taxa na qual a energia é gerada para o crescimento microbiano não sincronizada com a degradação mais rápida de proteína. Na realidade, a taxa de produção de amônia no rúmen freqüentemente excede sua capacidade de utilização pelas espécies microbianas; portanto, quantidades consideráveis podem se acumular no rúmen (Russel et al., 1991).

Originalmente tinha-se que a quantidade diária de N ingerido era o maior determinante da produção corporal de uréia (Siddons et al., 1985 e Thomson et al., 1995) e Harmeyer & Martens (1980) estimaram um coeficiente de correlação (r) de 0,88 entre ingestão de N e síntese de uréia no organismo e afirmaram que a forma de N oferecido e/ou absorvido (amônia ou aminoácidos) era relativamente pouco importante em termos de produção hepática de uréia. Broderick, em 1995, citado por Valadares et al. (1997b), afirmou que a concentração elevada de uréia plasmática está relacionada com a utilização ineficiente da proteína bruta da dieta. Porém, mais recentemente, trabalhos mais extensos têm resultado em dados que demonstram correlações fracas entre ingestão de N e produção de uréia (Lapierre & Lobley, 2001) e Roseler et al. (1993) chamam atenção acerca da qualidade da proteína ingerida quanto a sua degradabilidade ao nível ruminal.

O nitrogênio reciclado na forma de uréia sintetizada no fígado pode prover uma substancial contribuição para a disponibilização de N junto ao trato gastro-intestinal (Lapierre & Lobley, 2001). Parte da uréia sangüínea é transferida ao rúmen através da saliva ou do epitélio ruminal, embora pareça que a uréia é capaz de entrar no sistema digestivo em todos os pontos do trato

(Siddons et al., 1985). Segundo Nolan (1993), a transferência de uréia na saliva é o produto do fluxo salivar e a sua concentração varia de 30 a 60% da concentração sangüínea. Já a transferência através do epitélio ruminal ocorre provavelmente por difusão passiva, sendo que a camada epitelial queratinizada constitui barreira para o movimento da uréia, mas menos efetiva para a amônia aí formada pela ação da urease produzida pelas bactérias que proliferam nas camadas epiteliais cornificadas. Então, o potencial para transferência de uréia para o rúmen é aumentado se há alta concentração sangüínea, grande atividade de urease, baixo pH ruminal e diminuição da concentração ruminal de amônia (Siddons et al., 1985).

A uréia plasmática em excesso na corrente circulatória é eliminada através dos rins, sendo filtrada nos glomérulos e reabsorvida ao longo dos túbulos renais por processo passivo, secundário à reabsorção de fluídos (Kolb, 1984). Segundo Harmeyer & Martens (1980), a quantidade de uréia excretada pelos rins depende da concentração plasmática de uréia, da taxa de filtração glomerular e da reabsorção tubular de uréia. Esses autores afirmaram que os rins possuem mecanismos específicos que modificam a excreção ou retenção do N de acordo com as necessidades metabólicas dos animais. A excreção renal pode ser incrementada, contrapondo-se à retenção, quando o consumo de N é mais que suficiente para as demandas, e pode ser inibida quando a disponibilidade dietética é limitada. Os mesmos autores afirmaram ainda que alterações na concentração plasmática são os principais fatores regulatórios da excreção renal de uréia sob uma variedade de condições dietéticas.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Local, instalações e período de realização**

O experimento foi conduzido nas instalações do Laboratório Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no município de Lavras - MG. A cidade está situada a 21°14' de latitude sul, 45°00' de longitude W.Gr. e altitude de 918 m, e realizado com ovinos, em dois períodos subseqüentes, nos meses de janeiro e fevereiro de 2002.

Em cada um dos períodos os procedimentos foram semelhantes, sendo que a diferença entre os períodos consistiu apenas na distribuição dos tratamentos aos animais.

Os animais experimentais foram instalados em gaiolas metálicas individuais adequadas para ensaios de digestibilidade *in vivo*, providas de comedouro, bebedouro e cocho próprio para suplemento mineral.

Cada gaiola metabólica possuía, acoplado ao assoalho, um sistema de captação de fezes e urina. As fezes eram recolhidas em bandejas plásticas e a urina ficava acondicionada em baldes plásticos, adaptados com uma tela separadora, evitando que as fezes e a urina se misturassem. Cada balde recebeu 100 mL de solução de HCl a 10% a fim de evitar perda de N para o ambiente.

#### **3.2. Animais e alimentação**

Foram utilizadas dezesseis ovelhas adultas deslanadas, com predomínio da raça Morada Nova, com peso médio e desvio padrão inicial de  $46,36 \pm 4,71$

kg. Os animais foram vermifugados com endoparasiticida oral, alguns dias após terem sido alojados nas gaiolas metabólicas.

A alimentação dos animais consistiu de feno de capim coastcross (*Cynodon dactylon* L. Pers.) moído em moinho de martelos em partículas de 1 cm e oferecido em duas refeições diárias (às 07:00 e 17:00 horas), sendo que cada refeição continha 50% do total diário ofertado. A quantidade diária de feno ofertada para cada animal foi próxima a 2% do peso vivo, alcançando por volta de 1.000 g de MS diário, conforme recomendação do NRC para ovinos (NRC, 1985a). Estas quantidades permitiram sobras pequenas (média de 5 e 7% em relação à oferta, nos períodos I e II, respectivamente).

Cada animal tinha à disposição água limpa e fresca, à vontade, trocada diariamente. Contavam também com suplemento mineral completo<sup>2</sup> (macro e microminerais já misturados com cloreto de sódio), sempre disponível nos cochos específicos para este propósito.

### 3.3. Tratamentos

Os tratamentos consistiram de quatro amiréias, produzidas com milho moído como fonte de amido, cada uma delas com uma concentração diferente de uréia e, conseqüentemente, com um equivalente protéico (EqPB) próprio, a saber:

- Am100: contendo cerca de 100% de EqPB (em torno de 35,55% de uréia);
- Am150: contendo cerca de 150% de EqPB (em torno de 53,33% de uréia);
- Am180: contendo cerca de 180% de EqPB (em torno de 64,00% de uréia);
- Am200: contendo cerca de 200% de EqPB (em torno de 71,11% de uréia).

---

<sup>2</sup> SAL MINERAL - Cada 1000g contém: P 65g; Ca 120g; Na 152g; Mg 5g; S 25g; Zn 2000mg; Cu 1500mg; Fe 1200mg; I 120mg; Co 80mg; Se 12mg; F (máx) 650mg.

Cada animal (parcela experimental) recebeu, em cada período, apenas uma dentre as quatro amiréias supra como fonte de PB suplementar.

As composições químicas do feno e dos suplementos (amiréias), segundo análises realizadas no laboratório de nutrição animal da UFLA, encontram-se apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1. Composição química do feno e das amiréias utilizadas (%MS).

Ingredientes	MS	PB	MO	FDN	FDA	CHOT <sup>1</sup>
Feno de coastcross	87,44	10,24	94,39	81,25	40,03	82,53
Amiréia 100	91,52	117,87	-	-	-	-
Amiréia 150	94,62	139,00	-	-	-	-
Amiréia 180	90,36	177,82	-	-	-	-
Amiréia 200	91,42	214,76	-	-	-	-

(1) - Carboidratos totais, calculados pela equação: CHOT = %MO - %PB - %EE, segundo Sniffen et al. (1992).

Para a definição da suplementação protéica, via amiréia, adotaram-se os requerimentos de proteína para ovelhas adultas em manutenção, com peso vivo ao redor de 50 kg, segundo o NRC (1985a). A quantidade diária de PB suplementada via amiréia correspondeu a 3% do alimento fornecido (próximo a 30 g de PB), convertida na quantidade de amiréia pertinente a cada parcela (animal); segundo o tratamento que lhe fosse atribuído, esta foi administrada de forma parcelada, sendo 50% da quantidade total diária em cada uma das duas refeições.

Uma vez que o presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência do processo de extrusão de amiréias com diferentes concentrações de uréia em suas composições, era importante que a ingestão de PB suplementar, provinda

das amiréias, fosse a mesma em cada uma das parcelas experimentais, tornando as dietas isonitrogenadas. Assim, a amiréia e o feno foram misturados entre si e as misturas foram realizadas imediatamente antes de cada refeição, sendo que cada ovelha, ao receber oferta de feno que lhe correspondia, recebia também a quantidade de amiréia de acordo com o tratamento correspondente.

### **3.4. Fase pré-experimental e de coleta**

Os dois períodos experimentais foram consecutivos e imediatos e apresentaram, cada um, uma fase pré-experimental e uma fase de coletas.

O primeiro período foi mais longo (21 de janeiro a 13 de fevereiro de 2002 - 24 dias), tendo a fase pré-experimental duração de 19 dias, seguida da fase de coletas com duração de 5 dias. Este período demandou mais tempo para permitir que os animais se adaptassem bem às instalações, ao manejo e à ingestão das amiréias incorporadas à dieta.

O segundo período experimental (14 a 28 de fevereiro de 2002 - 15 dias) teve uma duração mais curta, semelhante ao comumente encontrado nos trabalhos de digestibilidade aparente, tendo a fase pré-experimental e de coletas as durações de 10 e 5 dias, respectivamente.

### **3.5. Coleta de alimentos, sobras, fezes e urina**

O feno fornecido foi amostrado em dias alternados e as amostras foram posteriormente homogeneizadas, formando uma única amostra composta.

O alimento recusado (sobra), que era recolhido antes do fornecimento da refeição matutina, era pesado e amostrado diariamente e para cada animal (mínimo de 20% da sobra total).

As fezes, bem como a urina, eram recolhidos pela manhã, após o manejo alimentar. A coleta de fezes era total, seus pesos eram anotados e eram amostradas (20%), acondicionadas em sacos plásticos e devidamente identificadas.

A urina produzida por cada animal tinha seu volume (mL) também registrado e era efetuada amostragem (20%), acondicionamento das amostras em vidro âmbar devidamente identificado para cada animal e congeladas.

Todas as amostragens feitas, do alimento ofertado, das sobras, das fezes e da urina, foram congeladas a  $-20^{\circ}\text{C}$  para posteriores análises químico bromatológicas.

### **3.6. Coleta de sangue**

No dia posterior ao último dia da fase de coletas em cada período experimental, foram colhidas amostras de sangue através de punção na veia jugular dos animais nos horários 0, 2, 4 e 8 horas após o fornecimento da refeição matinal. Utilizaram-se tubos de vidro com vácuo e após a coagulação do sangue, o soro foi centrifugado a  $3.000 \times G$  por 5 minutos e o sobrenadante foi congelado a  $-20^{\circ}\text{C}$  para posterior análise da uréia sérica, determinada através de método cinético (urease), utilizando-se kit comercial de análise, sendo a leitura feita com auxílio do analisador bioquímico automático Multi Canal Express 550 - CIPA CORNING e os resultados, expressos em  $\text{mg de uréia.dL}^{-1}$ .

### 3.7. Análises bromatológicas

Para a determinação da matéria seca parcial dos alimentos (feno e amiréias), sobras e fezes, utilizou-se estufa com circulação forçada de ar com temperatura regulada para 65°C por 72 horas, após a pré-secagem, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey com peneira de 1 mm.

As amostras de amiréias foram analisadas para MS e PB; as amostras de feno, sobras e fezes o foram para MS, MO, PB e extrato etéreo (EE) e as amostras de urina, para MS e N total, segundo as metodologias descritas por Silva (1990). Utilizaram-se os métodos descritos por Van Soest et al. (1991) para determinação da FDN e da FDA do feno, das sobras e das fezes.

### 3.8. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições por tratamento, totalizando dezesseis parcelas experimentais, compostas cada uma por um único animal, o experimento foi repetido em seus dois períodos para o estudo do consumo e digestibilidade aparente da MS, MO, PB, FDN e FDA e também do balanço de nitrogênio, o que resulta em um total de trinta e duas parcelas experimentais.

Os dados obtidos para tais variáveis foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, segundo o procedimento “GLM” do software Statistical Analysis System (SAS, 1991), conforme o modelo estatístico de análise conjunta:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + P_j + TP_{ij} + e_{ijk},$$

em que:

$Y_{ijk}$  representa o valor observado  $k$  do experimento  $i$  no tratamento  $j$ ;  
 $\mu$  é uma constante associada a todas as observações;  
 $T_i$  é o efeito do tratamento  $i$ , com  $i = 1, 2, 3$  e  $4$ ;  
 $P_j$  é o efeito do período  $j$ , com  $j = 1$  e  $2$ ;  
 $TP_{ij}$  é efeito da interação entre o tratamento  $i$  e o período  $j$ ; e  
 $e_{ijk}$  é o erro experimental associado a  $Y_{ijk}$ , com  $k = 1, 2, 3$  e  $4$ ; e que por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância  $\delta^2$ .

Para o estudo dos níveis séricos de uréia, considerou-se um esquema de parcelas subdivididas no tempo, tendo os tratamentos nas parcelas e os tempos diferentes de coleta de sangue nas subparcelas, com quatro repetições; os tratamentos foram analisados através de análises de variância e de regressão, tendo as médias e os coeficientes de regressão testados pelo teste ‘t’ de Student ao nível de 5% de probabilidade. Para esta análise, foi utilizado o software estatístico ‘SISVAR’ (Ferreira, 2000).

O modelo estatístico para este estudo é apresentado a seguir:

$$Y_{ijklm} = \mu + T_i + P_j + TP_{ij} + e_{ijk} + \theta_l + T\theta_{il} + P\theta_{jl} + TP\theta_{ijl} + e_{ijkl} ,$$

em que:

$Y_{ijkl}$  representa o valor da observação da coleta  $l$  na repetição  $k$  do tratamento  $i$  no período  $j$ ;  
 $\mu$  é uma constante associada a todas as observações;  
 $T_i$  é o efeito do tratamento  $i$ , com  $i = 1, 2, 3$  e  $4$ ;  
 $P_j$  é o efeito do período  $j$ , com  $j = 1$  e  $2$ ;  
 $TP_{ij}$  é o efeito da interação entre o tratamento  $i$  e o período  $j$ ;

$e_{ijk}$  é o erro experimental associado às parcelas, que por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância  $\delta^2$ ;

$\theta_l$  é o efeito do tempo  $l$  de coleta, com  $l = 1, 2, 3$  e  $4$ .

$T\theta_{il}$  é o efeito da interação entre o tratamento  $i$  e o tempo de coleta  $l$ ;

$P\theta_{jl}$  é o efeito da interação entre o período  $j$  e o tempo de coleta  $l$ ;

$TP\theta_{ijl}$  é o efeito da interação entre o tratamento  $i$ , o período  $j$  e o tempo de coleta  $l$ ;

$e_{ijkl}$  é o erro experimental associado às subparcelas, que por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância  $\delta^2$ .

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Consumo e digestibilidade aparente da matéria seca e matéria orgânica

As médias referentes ao consumo de MS, expressas em gramas por dia ( $\text{g.dia}^{-1}$ ), porcentagem do peso vivo (%PV) e gramas por kg de peso metabólico ( $\text{g.kg}^{-1}\text{PV}^{0,75}$ ), bem como os respectivos coeficientes de variação, estão apresentados na Tabela 2.

Embora os resultados obtidos com animais que receberam o tratamento Am180 tenham sido numericamente superiores aos demais (12,8%, 11,7% e 8,9% em relação aos tratamentos Am200, Am150 e Am100, respectivamente, para a variável  $\text{g.dia}^{-1}$ ), não houve efeito ( $P>0,01$ ) de tratamentos sobre o consumo de MS, em nenhuma das formas de expressá-lo.

Mesmo havendo esta superioridade numérica proporcionada pelo tratamento Am180, em promover uma maior ingestão de alimento, não é possível cogitar a possibilidade de uma maior proporção de uréia vir a contribuir para a melhoria da ingestão, visto que os menores valores foram obtidos justamente com o tratamento Am200, ou seja, aquele em que a proporção de uréia foi a maior. Além disso, os resultados possibilitados por este tratamento (Am180) estão muito próximos aos verificados por Moreira et al. (2001a), com ovinos recebendo feno de coastcross como alimento exclusivo ( $898,45 \text{ g.dia}^{-1}$ ;  $51,64 \text{ g.kg}^{-1}\text{PV}^{0,75}$  e 2,00% PV).

Os valores de ingestão total ( $\text{g.dia}^{-1}$ ) encontrados são inferiores aos preconizados pelo NRC (1985a) para ovelhas em manutenção com peso vivo médio um pouco superior ao dos animais utilizados neste trabalho (50 kg vs 46,36 kg); em relação à ingestão mensurada em % do peso vivo, os animais

TABELA 2. Consumos médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria seca digestível (MSD), matéria orgânica digestível (MOD), respectivos coeficientes de digestibilidade (CDMS e CDMO) e coeficientes de variação (CV) alcançados em função dos diferentes tratamentos.

Variáveis	Tratamentos (Amiréias)				CV(%)
	Am100	Am150	Am180	Am200	
Consumo de MS					
g . dia <sup>-1</sup>	834,15	813,06	907,96	804,62	14,50
% Peso vivo	1,90	1,81	2,06	1,82	13,46
g MS.kg <sup>-1</sup> PV <sup>0,75</sup>	48,83	46,80	53,07	46,93	12,92
Consumo de MO					
g . dia <sup>-1</sup>	787,32	767,40	856,98	759,44	14,50
% Peso vivo	1,79	1,71	1,95	1,75	13,40
g MS.kg <sup>-1</sup> PV <sup>0,75</sup>	46,09	44,17	50,09	44,30	12,93
Consumo de MSD					
g . dia <sup>-1</sup>	448,56	433,71	491,70	444,06	16,30
% Peso vivo	1,02	0,97	1,11	1,00	15,40
g MS.kg <sup>-1</sup> PV <sup>0,75</sup>	26,26	25,00	28,72	25,87	14,93
Consumo de MOD					
g . dia <sup>-1</sup>	431,84	414,81	469,24	426,28	16,03
% Peso vivo	0,98	0,92	1,07	0,96	15,10
g MS.kg <sup>-1</sup> PV <sup>0,75</sup>	25,29	23,93	27,41	24,83	14,66
Coeficientes de Digestibilidade (%)					
CDMS	53,64	53,53	54,26	55,03	5,32
CDMO	54,77	54,29	54,90	55,97	5,13

deste ensaio alcançaram consumos menores do que os verificados por Rodrigues et al. (1998), que trabalharam com carneiros adultos castrados e feno de coastcross e verificaram 2,1% PV de consumo contra 1,9% encontrado nesta pesquisa. Em relação a outras espécies de ruminantes, Ítavo et al. (2002a), com bovinos jovens que receberam feno de coastcross como único alimento, encontraram consumos de apenas 1,7%PV (média).

Martin et al. (1981) relatam que forragens de baixa qualidade (menos que 7% de proteína bruta) têm suas ingestões limitadas por aportes insuficientes de nitrogênio, o que limitaria o crescimento microbiano com conseqüente depressão da digestão da parede celular, resultando em diminuição do consumo (Wilson & Kennedy, 1996). No entanto, esta não parece ter sido a circunstância do presente estudo, visto que a concentração protéica do feno de coastcross utilizado foi maior que 10%; considerando os consumos das amiréias, a dieta ingerida pelos animais apresentou concentração protéica superior a 13%.

Situação similar se deu nos trabalhos de Seixas (1996) e de Salman et al (1997), ambos também com ovinos (cordeiros), em que se compararam o farelo de algodão, a uréia e a amiréia (38,8% EqPB) como fontes protéicas suplementares. As dietas também apresentavam por volta de 13% PB e as ingestões diárias de MS não diferiram entre si, apesar de numericamente serem maiores e um pouco mais heterogêneas entre si do que as encontradas neste trabalho (71,4; 64,1 e 68,8 g.kg<sup>-1</sup> PV<sup>0,75</sup> para o farelo, a uréia e a amiréia, respectivamente). Esta ocorrência parece vir de encontro à afirmação de Ørskov (1992), segundo o qual o nitrogênio suplementar pode não influir no consumo de matéria seca quando a dieta apresenta teores de proteína superiores a 12%, também relatado por Siddons et al. (1985), que trabalhando com níveis crescentes de N dietético (que não foi o caso do presente ensaio), não observaram diferenças entre ingestões de MS em ovinos.

Russel (1992) afirmou que quando a amônia no rúmen se torna limitante, ocorre diminuição da produção dos microrganismos e, por isso, tanto a taxa de digestão como a taxa de passagem do alimento no rúmen diminuem, conseqüentemente tornando mais lento o esvaziamento do rúmen e afetando o consumo do alimento. Isto explica os resultados obtidos por King et al. (1990), que, visando testar os efeitos de suplementos protéicos com diferentes degradabilidades da PB, verificaram que os coeficientes de digestibilidade da MS tenderam a diminuir à medida que os níveis de proteína degradável no rúmen decresciam. Assim, a não detecção de diferença estatística verificada entre as ingestões poderia ser sinalizador de que todas as amiréias permitiram a manifestação de mesma eficiência no tocante à fermentação da MS e conseqüente síntese microbiana.

De acordo com Stiles et al. (1970), a gelatinização do amido, em função do processo de extrusão, provoca a incorporação da uréia em sua estrutura, o que promove melhora em sua aceitabilidade. Quando a uréia pura, sabidamente pouco palatável, foi utilizada como fonte protéica, substituindo parcialmente o farelo de soja na dieta de ovinos adultos, as ingestões de MS chegaram a atingir apenas 27 g. kg<sup>-1</sup> PV<sup>0,75</sup> diários (Siqueira et al., 1981), valor este bastante inferior aos verificados no presente trabalho. Do mesmo modo, Silva et al. (2001), substituindo o farelo de soja por uréia em concentrados para vacas leiteiras (níveis de uréia na MS da dieta foram de 0; 0,7; 1,4 e 2,1%), verificaram que ao se elevarem os níveis de uréia nas rações, os consumos de MS (expressos em kg.dia<sup>-1</sup> e %PV) diminuíram linearmente (P<0,05). Desta forma, a igualdade estatística entre os consumos poderia ser indicativa de que o processo de extrusão foi eficiente no preparo das amiréias mesmo quando as concentrações de uréia foram mais altas (amiréias 180 e 200, com 64 e 71% de uréia, respectivamente). No entanto, Oliveira et al. (2001) verificaram efeito na redução do consumo apenas quando a participação da uréia na dieta era superior

a 1,4%; Souza et al. (2002) variaram a inclusão da uréia na dieta de novilhos entre 0 e 1,5% e não verificaram alteração nas ingestões de MS.

No presente estudo, a participação da uréia, conquanto incorporada dentro das diferentes amiréias, foi de cerca de 1 a 1,3% da MS da dieta ingerida, encontrando-se, portanto, abaixo das quantidades verificadas por Oliveira et al. (2001) e Souza et al. (2002), como sendo a faixa de inclusão dentro da qual não há interferência na ingestão de alimentos. Desta forma, a similaridade entre os consumos de MS alcançados neste ensaio não constitui ferramenta adequada que permita inferir sobre a qualidade das amiréias quanto à extrusão.

Um aspecto que sem dúvida deve ser ressaltado no presente trabalho é o fato de que as ofertas de alimento foram efetuadas de forma pouco liberal, permitindo poucas sobras (média de 5 e 7% em relação à oferta, nos períodos I e II, respectivamente), uma vez que o intuito era promover a ingestão de toda a amiréia ofertada, por intermédio da mistura prévia desta ao feno. A constatação deste aspecto pode se basear nas ingestões de MS verificadas, quanto ao peso metabólico dos animais, que foram inferiores ao informado por Reis et al. (1997) como valores de ingestão voluntária, por ovinos, para fenos de boa qualidade ( $80 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ PV}^{0,75}$ ). No entanto, resultados de alguns trabalhos, também com ovinos, envolvendo ou não o uso de amiréia, apresentam valores de consumo de MS variando entre 50 a  $69 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ PV}^{0,75}$  (Oliveira, 1990; Coelho da Silva et al., 1994; Coutinho Filho et al., 1995; Seixas, 1996; Salman et al., 1997 e Ezequiel et al., 2001a).

Na tabela 2 são também apresentadas as médias referentes ao consumo de MO, expressas em gramas por dia ( $\text{g} \cdot \text{dia}^{-1}$ ), porcentagem do peso vivo (%PV) e gramas por kg de peso metabólico ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ PV}^{0,75}$ ), bem como os respectivos coeficientes de variação.

Da mesma maneira como ocorreu com a MS, não houve efeito ( $P > 0,01$ ) de tratamentos sobre o consumo de MO em nenhuma das formas de expressá-lo

e as diferentes percentuais verificadas entre os tratamentos praticamente são as mesmas observadas para o consumo de MS.

Valadares Filho (1995) chama a atenção para o fato de que a fração MO é a que pode sofrer processos fermentativos e digestivos, permitindo a consecução de energia pelo animal. Diante de um levantamento de diversos trabalhos, o autor estima que, em média, para cada quilo de MO degradada no rúmen são degradados 0,86 kg de carboidratos. Ele chama a atenção para o fato de que a eficiência microbiana expressa em relação aos carboidratos degradáveis no rúmen é mais adequada que na base da MO degradável no rúmen, em razão dos lipídeos, que praticamente não fornecem energia para os microrganismos do rúmen, e da proteína bruta, que pode fornecer energia via fermentação dos esqueletos de carbono derivados da deaminação dos aminoácidos, mas não é a sua principal função no rúmen, serem constituintes da MO.

Assim, pelo fato de o presente trabalho ter utilizado um único alimento para compor a dieta básica dos animais e de este tratar-se de um alimento volumoso (feno de coastcross), existe mais sentido em discutir a ingestão dos carboidratos totais, ou mormente da FDN (98,44% do total de carboidratos presentes), do que se ater à matéria orgânica.

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CD), tanto da matéria seca (CDMS) como da matéria orgânica (CDMO), bem como o consumo das porções digestíveis destas frações, também podem ser visualizados na Tabela 2.

Não foram constatadas diferenças significativas entre os tratamentos ( $P>0,01$ ) para nenhuma das variáveis consideradas, e muito embora os valores numéricos das ingestões de matéria seca e orgânica digestíveis tenham sido maiores para o tratamento Am180, a maiores digestibilidade foi possibilitada pelo tratamento Am200.

Ao comparar os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS) obtidos neste estudo com o valor encontrado no trabalho de Salman et al. (1997)

para o tratamento contendo amiréia (67,7%), pode-se atribuir a superioridade do resultado verificado por aqueles autores, ao fato de que a dieta por eles utilizada continha concentrado em alta proporção (63:37 - volumoso:concentrado), o que permitiu não somente a obtenção de melhores digestibilidades, como inclusive maiores ingestões de MS. Este aspecto foi comprovado por diversos autores, os quais, testando níveis crescentes de concentrados em dietas de bovinos, creditaram aumentos de consumo e de digestibilidade aparente da MS e MO, conforme houve maior participação de concentrados nas dietas, à elevação da proporção de conteúdo celular nas dietas em relação à proporção de parede celular (Rodriguez et al., 1997; Ladeira et al., 1999; Burger et al., 2000 e Ítavo et al., 2002b).

Valores também mais elevados para o CDMS para dietas contendo amiréia foram verificados por Ezequiel et al. (2001c), porém em ensaio *in vitro* (69,8%). No entanto, estes autores verificaram valores ainda mais altos ( $P < 0,05$ ) para o tratamento constituído por uréia (72,2%). Isto poderia indicar que estudos de digestão *in vitro* com dietas contendo nitrogênio de alta solubilidade ou degradabilidade deveriam ser associados ao conhecimento da taxa de passagem e conseqüente tempo de permanência no rúmen.

Em circunstância em que a dieta era basicamente constituída apenas por volumoso, Coelho da Silva et al. (1994), utilizando amiréia com 48,9% de equivalente protéico, obtiveram 52 e 57% como coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e matéria orgânica, respectivamente, para a palha de arroz como único alimento administrado a ovinos. Estes autores mencionam ainda que quando a palha foi fornecida pura, sem suplementação de NNP, os valores alcançados para CDMS e CDMO foram, respectivamente, 31,9 e 35,5, o que demonstra o efeito favorável da suplementação nitrogenada em alimentos de baixo valor nutritivo.

Na literatura podem ser encontrados valores de CDMS E CDMO para o feno de coastcross, quando fornecido como alimento único, bastante próximos dos averiguados no presente trabalho: 56,4% (apenas MS, Zanetti et al., 1993); 57,21% (apenas MS, Rodrigues et al., 1998); 48,92 e 51,02% (MS e MO, respectivamente, Moreira et al., 2001a); 56,8% (apenas MS, Lima et al., 2002) e 53,42 e 55,35% (MS e MO, respectivamente, Ítavo et al., 2002a).

#### **4.2. Consumo e digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido**

Na Tabela 3 podem ser visualizadas as ingestões de FDN, FDN digestível (FDND) e o coeficiente de digestibilidade aparente obtidos pelos tratamentos experimentais.

Os consumos de FDN e FDN digestível não foram afetados estatisticamente ( $P>0,01$ ) pelos tratamentos aplicados embora, tal como se deu com relação à MS e MO, pode ser verificada uma superioridade numérica dos resultados do tratamento Am180 sobre os demais; não se poderia esperar comportamento diferente, visto que a dieta básica para todos os tratamentos constitui-se apenas de feno e que os animais que receberam o tratamento Am180 apresentaram as maiores ingestões de MS. O raciocínio inverso explica os menores consumos verificados para o tratamento Am200.

Os consumos verificados (média geral de  $677,17 \text{ g.cab}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ ) foram ligeiramente superiores aos obtidos por Moreira et al. (2001a), em carneiros (peso vivo médio de 47,5 kg) recebendo o feno de coastcross como alimento exclusivo ( $666,57 \text{ g.cab}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ ).

Embora o presente estudo não tenha objetivado avaliar ‘níveis’ protéicos, mas sim a eficiência da extrusão de amido e uréia em amiréias

TABELA 3. Consumos médios de fibra em detergente neutro (FDN), FDN digestível (FDND), fibra em detergente ácido (FDA), FDA digestível (FDAD), coeficientes de digestibilidade (CDFDN e CDFDA).

Variáveis	Tratamentos (Amiréias)				CV(%)
	Am100	Am150	Am180	Am200	
Consumos de FDN					
g . dia <sup>-1</sup>	675,46	654,13	732,52	646,58	15,25
% Peso vivo	1,54	1,46	1,66	1,46	14,34
g . kg <sup>-1</sup> PV <sup>0,75</sup>	39,55	37,64	42,83	37,70	13,87
Consumos de FDND					
g . dia <sup>-1</sup>	399,82	384,79	437,81	387,14	17,26
% Peso vivo	0,91	0,86	0,99	0,88	16,51
g . kg <sup>-1</sup> PV <sup>0,75</sup>	23,41	22,18	25,59	22,56	16,05
Consumos de FDA					
g . dia <sup>-1</sup>	328,42	319,23	358,33	315,29	15,98
% Peso vivo	0,75	0,71	0,81	0,71	15,41
g . kg <sup>-1</sup> PV <sup>0,75</sup>	19,24	18,36	20,96	18,39	14,84
Consumos de FDAD					
g . dia <sup>-1</sup>	178,73	154,31	176,88	172,28	19,91
% Peso vivo	0,41	0,35	0,40	0,39	20,70
g . kg <sup>-1</sup> PV <sup>0,75</sup>	10,49	8,94	10,28	10,07	19,86
Coeficientes de Digestibilidade (%)					
CDFDN (%)	58,93	58,98	59,74	59,63	5,56
CDFDA (%)	54,42	48,71	49,76	54,90	11,62

elaboradas com diferentes níveis de inclusão da uréia, é interessante verificar que alguns autores, estudando os efeitos de níveis de energia e proteína na dieta de ovelhas, não observaram efeito do nível de proteína (Sultan & Loerch, 1992; Valadares et al., 1997a), bem como também não encontraram efeito do tipo de proteína, de alta ou baixa degradabilidade ruminal (Christensen et al., 1993; Araújo et al., 1995; Dutra et al., 1997; Guidi, 1999; Pereira et al., 2000 e Silva et al. 2002), sobre a ingestão de FDN.

A ingestão média de FDN em relação ao peso vivo (%PV) foi de 1,53%, superior às obtidas por Lavezzo et al. (1996) (1,42%) com ovinos recebendo dietas isoprotéicas (15,4%PB), em que se avaliou a substituição do farelo de soja por uréia.

Mertens (1994) verificou que em vacas leiteiras, em meio e final de lactação, o consumo de MS e a produção de leite foram máximos para consumo de FDN igual a 1,25% do peso vivo; no trabalho de Silva et al (2001) pode ser verificada a confirmação destes índices. Dutra et al. (1997), Carvalho et al. (1997) e Tibo et al. (2000), trabalhando com novilhos, encontraram consumos médios de FDN equivalentes a 0,90% do PV. Dutra et al. (1997) comentam que para gado de corte estes valores não estão bem definidos, mas sugerem que provavelmente devam estar abaixo ou próximos de 1,0%. Tendo visto que outros trabalhos apresentam resultados bastante distintos destes valores preconizados, tanto para vacas lactantes (1,6%PV, segundo Aroeira et al., 1995 e Araújo et al., 1995; 1,48%PV, segundo Moreira et al., 2001b) como para bovinos de corte (1,25%PV, segundo Resende et al., 1995; 1,47%PV, segundo Silva et al., 2002; e até 1,87%PV, para Tifton-85, segundo Ítavo et al., 2002a), parece que estes índices servem principalmente como referência da ingestão ou da qualidade da FDN ingerida.

As diferentes amiréias utilizadas não afetaram ( $P>0,01$ ) a digestibilidade aparente da FDN. A CDFDN média foi de 59,3%, sendo um pouco superior à

obtida por Ezequiel et al. (2001a), quando compararam a uréia à amiréia (38,8%EqPB), em dietas isoprotéicas, como fonte suplementar de N. Esses autores obtiveram superioridade do tratamento com amiréia sobre o tratamento uréia em cerca de 40% no tocante à digestibilidade da FDN ( $P>0,05$ ). Os autores salientam ainda que o fato de o alimento volumoso utilizado naquele ensaio ter sido a silagem de milho, este poderia estar desfavorecendo o crescimento acentuado de microrganismos celulolíticos no rúmen dos animais, sendo que, provavelmente, uma dieta com feno pudesse permitir resultados melhores.

Tal como se deu com as ingestões de FDN, o coeficiente de digestibilidade desta fração não sofreu efeito da qualidade da fonte nitrogenada, fato também observado nos trabalhos de Pereira et al. (2000) e Silva et al. (2002).

Importante mencionar que quando ovinos tiveram o feno de coastcross como alimento único, não recebendo nenhum tipo de suplementação nitrogenada (Moreira et al., 2001a), as digestibilidades da FDN alcançadas foram 16,5% inferiores às obtidas neste estudo.

Deve ser ressaltado que os coeficientes de digestibilidade aparente da FDN obtidos, todos próximos a 60%, não são comuns na literatura, em estudos com ovinos (Lavezzo et al., 1996, auferiu em torno de 26% de CDFDN, com feno de capim rodes suplementado com farelo de soja e/ou uréia), bem como com bovinos (médias de 37,75% e 21,7%; segundo Aroeira et al., 1993 e Dutra et al., 1997, respectivamente) quando a dieta é composta com mais de 85% de volumoso. Entretanto, existe relato de digestibilidade aparente da FDN bastante elevado, como o reportado por Ítavo et al. (2002b), que obtiveram CDFDN de 82,52% em dietas com proporção volumoso:concentrado igual a 80:20, em que o volumoso tratou ser feno de Tifton-85.

Diante destes aspectos, uma possibilidade a considerar é o fato de que talvez todos os tratamentos tenham permitido eficiente degradabilidade da FDN

da dieta, o que foi também observado por Ezequiel et al. (2001b) os quais, ao estudarem a degradabilidade *in situ* da silagem de milho em animais suplementados com amiréias contendo diferentes concentrações de uréia, em dietas isoprotéicas, não verificaram influência nos parâmetros de degradabilidade da MS, FDN e FDA.

A ocorrência de um fenômeno não muito comum em forrageiras é apontada por Hill et al. (1999) quanto à digestibilidade de gramíneas do gênero *Cynodon*, que apesar de apresentarem altas concentrações de FDN, têm a digestibilidade deste componente não raramente superior à digestibilidade da própria matéria seca, o que também foi verificado por Ribeiro (2000), que afirmou que as taxas de degradação da parede celular dos capins deste gênero são consideradas elevadas comparativamente a outros capins. Mandebvu et al. (1998) relataram resultados em concordância com tal ocorrência, conforme também se deu no presente trabalho.

Na Tabela 3 podem também ser visualizadas as médias referentes ao consumo da fibra em detergente ácido (FDA), FDA digestível (FDAD) e digestibilidade desta fração das dietas, segundo os diferentes tratamentos.

Semelhantemente ao ocorrido com as variáveis anteriores, não houve influência do tipo de amiréia utilizada na suplementação dos animais sobre a ingestão da FDA, FDAD ( $P > 0,01$ ), independentemente do modo de mensurá-la, nem sobre a digestibilidade aparente deste nutriente. Da mesma forma como se deu com relação a FDN, no tratamento Am180 foram obtidos os valores mais altos de ingestão, enquanto no tratamento Am200 obtiveram os valores de consumo mais baixos.

Os consumos expressos em base de gramas por unidade de tamanho metabólico ( $\text{g.kg}^{-1} \text{PV}^{0,75}$ ) são superiores aos verificados por Coutinho Filho et al. (1995) quando avaliaram fontes protéicas suplementares para ovinos. No entanto, estes autores trabalharam com dietas em que havia inclusão de

concentrado (40%), com menores concentrações de FDA (31,6 e 24,8% de FDA para as dietas completas com farelo de algodão+linter e uréia, respectivamente, contra 40,03% presentes no feno utilizado no presente trabalho). Entretanto, quando as dietas, ainda que compostas de volumoso+concentrado, apresentaram teores de FDA similares aos do presente estudo (por volta de 40%), verificaram consumos maiores ( $34 \text{ g.kg}^{-1} \text{ PV}^{0,75}$ ) do que os aqui encontrados (média de  $19,24 \text{ g.kg}^{-1} \text{ PV}^{0,75}$ ), ainda que, em termos de porcentagem do peso vivo (%PV), os valores tivessem sido muito próximos (Resende et al., 1995).

Quando a dieta foi constituída exclusivamente por feno de coastcross, sem nenhuma forma de suplementação, o coeficiente de digestibilidade aparente da FDA alcançado por bovinos da raça Nelore foi de 59% (Ítavo et al., 2002a), um pouco superior à alcançada neste ensaio.

Em trabalhos em que a degradabilidade da fonte protéica foi objeto de estudo (o que de certa forma pode ter relação com o presente ensaio, posto que a extrusão ineficiente pode ser traduzida por uma maior solubilidade do nitrogênio no rúmen), Martins et al. (2000) informaram que quando a fonte protéica era mais degradável (levedura), associada com fonte energética também mais degradável (milho), obteve-se melhor coeficiente de digestibilidade da FDA. Porém, em relação a FDN, os autores informaram que não houve influência da qualidade da fonte protéica caso a fonte energética fosse lentamente degradável ou apresentasse pouco amido. No entanto, deve ser ressaltado que o alimento volumoso utilizado naquele experimento foi a silagem de milho, que apresentava 18,5% de amido em sua composição. Portanto, suplementos que viessem a incrementar o aporte de amido certamente contribuiriam para piorar a digestibilidade da fibra.

Quando uma das fontes protéicas tratou ser amiréia (38,8%EqPB), esta não foi eficiente em promover melhora na digestibilidade *in vitro* da FDA, igualando-se à uréia, e sendo ambas inferiores ao farelo de algodão (Ezequiel et

al., 2001c). Estes resultados são contrários aos obtidos por Silva et al. (2002), visto que a amiréia (77%EqPB) ocupou posição intermediária no tocante à digestibilidade da FDA, em relação ao farelo de soja (bastante degradável) e à farinha de subproduto de abatedouro avícola (pouco degradável) embora não tenha sido assinalada diferença estatística entre as fontes.

Bolzan et al. (2002), ao estudarem a forma de administração de grãos de milho associado à uréia (inteiro, moído ou extrusado) para ovinos, não encontraram diferenças significativas quanto às digestibilidades da MS, FDN e FDA; no entanto, em termos numéricos, verificaram que o tratamento do milho e da uréia por extrusão permitiu melhoras no coeficiente de digestibilidade da FDA da ordem de 11 e 25%, comparativamente à administração da uréia com grãos inteiros ou apenas moídos, respectivamente. Em relação à digestibilidade da FDN, a extrusão permitiu aumentos aos redor de 11% em relação às outras formas.

Quando se comparam resultados obtidos em vários trabalhos, constata-se que as diferenças entre os coeficientes de digestibilidade aparente da FDA são bastante marcantes, sendo que alguns dos alcançados em experimentos com ovinos são bastante inferiores aos verificados neste ensaio: 37,2 e 36,6% para Coutinho Filho et al. (1995) e média de 28,0% para Lavezzo et al. (1996), ambos trabalhando com dietas compostas por volumoso + concentrado. A presença de carboidratos mais rapidamente fermentáveis, provindos dos concentrados, tem sido apontada como a responsável pela menor eficiência na digestibilidade da porção fibrosa destas dietas.

Entretanto, em estudos realizados com bovinos, também em dietas mistas (volumoso e concentrado), os coeficientes de digestibilidade observados variam grandemente, podendo estar aquém dos obtidos no presente ensaio (Aroeira et al., 1993 e Araújo et al., 1995), como também podem ser encontrados

valores próximos dos verificados neste trabalho (Rodríguez et al., 1997 e Silva et al. 2002).

Parece que a digestão da fibra tem comportamento complexo e as diversas interações passíveis de se estabelecerem em função de várias condições dietéticas podem ser responsabilizadas por resultados aparentemente conflitantes observados na literatura. Enquanto Araújo et al. (1998), Tibo et al. (2000) e Ítavo et al. (2002b) verificaram efeito inibidor da presença crescente de carboidratos rapidamente fermentáveis, provenientes do aumento do nível de concentrados das dietas, sobre a digestão da fibra, em conformidade com Hoover (1986), diversos outros autores não constataram efeito algum (Moran, 1985; Berchielli et al., 1994; Carvalho et al., 1997; Signoretti et al., 1999 e Burger et al 2000).

#### **4.3. Consumo e digestibilidade aparente da proteína bruta**

Na Tabela 4 estão apresentados os valores médios de ingestões de proteína bruta (PB) para os tratamentos testados e os respectivos coeficientes de digestibilidade aparente (CDPB). São também apresentados os consumos das amiréias e das frações da proteína provindas das amiréias e do feno.

Os tratamentos aplicados não promoveram diferenças significativas nos consumos de proteína bruta, embora novamente possa ser observada uma superioridade numérica expressiva (média de 9,3%) do tratamento com amiréia 180 (Am180) sobre os outros. De certo modo, o fato de ter havido igualdade nas ingestões de PB demonstra que o ensaio obteve êxito em sua condução, uma vez que era objetivo permitir que, com as ingestões de PB sendo as mesmas, a avaliação do aspecto qualitativo das diferentes amiréias (quanto as diferentes proporções de uréia), sobre diversas outras variáveis fosse facultado.

TABELA 4. Consumos médios de proteína bruta (PB), proteína bruta digestível (PBD), de amiréias e respectivos coeficientes de digestibilidade aparente (CDPB) obtidos em função dos tratamentos.

Variáveis	Tratamentos (Amiréias)				CV(%)
	Am100	Am150	Am180	Am200	
	Consumos de PB Total				
g . dia <sup>-1</sup>	115,80	107,10	121,09	109,89	14,29
% Peso vivo	0,26	0,24	0,28	0,25	13,08
g . kg <sup>-1</sup> PV <sup>0,75</sup>	6,78	6,17	7,08	6,41	12,80
	Consumos de PBD Total				
g . dia <sup>-1</sup>	85,23	78,58	89,28	81,33	15,37
% Peso vivo	0,20	0,18	0,20	0,18	14,21
g . kg <sup>-1</sup> PV <sup>0,75</sup>	4,99	4,53	5,22	4,74	13,70
	Digestibilidade da PB do Feno (%)				
CDPB (%)	73,59	73,58	73,65	73,75	2,95
	Consumos de PB por Alimento (g.dia <sup>-1</sup> )				
Feno	85,91	83,65	93,08	82,52	14,37
Amiréia	29,89	23,45	28,01	27,37	12,21
	Proporções da Origem da PB Ingerida (%)				
Feno	74,19	78,11	76,87	75,09	
Amiréia	25,81	21,89	23,13	24,91	
	Consumos Médios de Amiréias				
g . dia <sup>-1</sup>	25,36	16,87	15,75	12,74	

O consumo médio geral, para todos os tratamentos, foi de 113,47 g.dia<sup>-1</sup>, quantidade superior ao determinado pelo NRC (1985a) para ovelhas em manutenção (95 g.dia<sup>-1</sup>), o que implicaria em permitir, desde que os aportes energéticos, minerais e vitamínicos estivessem adequados, um certo ganho de peso, o que de fato ocorreu, durante o segundo período experimental, quando os animais puderam praticamente recuperar o peso perdido durante o primeiro período experimental, que certamente se deu como consequência de stress.

Os resultados de ingestão de proteína bruta são numericamente superiores aos encontrados no trabalho de Moreira et al. (2001a), quando o feno de coastcross foi oferecido como único componente da dieta de ovinos (103,58 g.dia<sup>-1</sup>, contra 113,47 g.dia<sup>-1</sup> médios alcançados no presente estudo), fato perfeitamente explicável, posto que naquele trabalho o feno apresentava 11,11%PB, enquanto no presente estudo a dieta dos animais apresentou em média 13,5%PB (21,5% maior).

Entretanto, comparando a digestibilidade aparente (média geral de 73,64%) é que pode ser ressaltada a diferença entre o presente estudo e outros, em que o feno de coastcross foi alimento exclusivo para ovinos, como é o caso do já citado (Moreira et al., 2001a) e de Rodrigues et al. (1998), que obtiveram, respectivamente, 58,70 e 60,03% de digestibilidade aparente para a PB. Deve ser lembrado que as amiréias, que são basicamente constituídas de amido e uréia, são completamente degradadas no rúmen, de forma que não devem existir resíduos de amiréias nas fezes, principalmente quando consideramos o fato de que estas foram fornecidas em quantidades diárias pequenas. Deste modo, a digestibilidade aparente da PB auferida no presente ensaio refere-se unicamente à proteína do feno.

Assim, a suplementação nitrogenada permite aumentos na digestibilidade da PB, de acordo com Church (1988), segundo o qual um dos fatores que afetam a digestibilidade aparente da proteína é a quantidade

consumida deste nutriente. Este fato pode ser ilustrado pelos trabalhos de Ezequiel (1987), Klusmeyer et al. (1990) e Valadares et al (1997c), segundo os quais a digestibilidade aparente da PB aumentou com o aumento do teor de N das dietas. A razão apontada para tal fenômeno, segundo Stallcup et al. (1975), deve-se ao fato de que, à medida que o conteúdo de N na dieta se eleva, há uma diminuição da proporção do N endógeno nos compostos nitrogenados fecais.

Em trabalhos em que foi avaliada a qualidade da proteína (degradabilidade no rúmen) e seus efeitos sobre a digestibilidade, Araújo et al. (1994), com vacas 7/8 holandês-zebu, para as quais dietas isoprotéicas (24,1%PB) foram formuladas objetivando conter diferentes porcentagens de proteína degradável no rúmen, não constataram efeito do aumento da degradabilidade da PB das rações sobre os consumos de proteína bruta, verificando efeito apenas sobre a digestibilidade (que se elevou concomitantemente com o aumento da PDR das dietas). Estes autores obtiveram resultados de digestibilidade aparente da proteína próximos a 70% (similarmente aos obtidos no presente trabalho) quando a porcentagem de PDR em relação à proteína dietética foi a maior (81%). Resultados na mesma direção foram percebidos por Dutra et al. (1997) com novilhos, comparando apenas duas fontes protéicas, uma de alta (farelo de soja) e outra de baixa degradabilidade (farelo de gérmen de milho+farinha de sangue); porém, os CDPB não foram maiores que 53%.

No trabalho de Fregadolli et al. (2001) utilizando novilhos holandeses, em que foram avaliadas as combinações entre fontes de amido de alta (milho) e baixa (casca de mandioca) degradabilidade, associadas a fontes protéicas de alta (levedura de cana-de-açúcar) e baixa (farelo de algodão+farinha de carne e ossos) degradabilidade, os autores não verificaram efeito das diferentes combinações no tocante às ingestões de proteína, porém houve interessante interação entre as combinações para os coeficientes de digestibilidades. Quando

a fonte protéica foi de alta degradabilidade, a melhor digestibilidade foi alcançada com a fonte de amido também de alta degradabilidade (levedura e milho); por outro lado, quando a fonte protéica foi de baixa degradabilidade, a digestibilidade foi maior com a fonte de amido também de baixa degradabilidade (farelo de algodão+sangue e casca de mandioca).

Estes resultados podem ser indicativos de que a ocorrência de sincronismo entre as liberações de N e de esqueletos de carbono pode permitir melhor performance no tocante à síntese microbiana e aproveitamento da fração protéica das dietas, conforme afirmou Johnson (1976). Porém, mesmo as maiores digestibilidades da proteína não apresentaram valores superiores a 58%. Desta forma, não somente o nível de proteína dietético, mas também a degradabilidade desta proteína, associada à interação possível com fontes de carboidratos, poderia ter importância na determinação da digestibilidade aparente da proteína.

Porém, quando se analisam trabalhos em que suplementos rapidamente degradáveis no rúmen (que dificilmente possibilitariam adequado acoplamento entre liberação de amônia e síntese de proteína microbiana), tais como a uréia, foram utilizados como fonte de N, os valores de digestibilidade têm se apresentado mais elevados do que com fontes em que a liberação da amônia seria mais lenta (Coutinho Filho et al., 1995; Sampaio et al., 2000), sendo relacionada esta maior digestibilidade justamente à maior solubilidade da uréia no rúmen, uma vez que a rápida hidrólise da uréia em amônia permite uma maior absorção desta através das paredes ruminais, fazendo com que as concentrações de N nas fezes sejam pequenas em comparação com a presente na dieta ingerida (Chalupa et al., 1970; Harmeyer & Martens, 1980).

Ainda em referência ao uso da uréia como fonte de NNP na composição de dietas, verifica-se que o uso deste composto pode também resultar em efeitos variáveis no tocante à ingestão diária de proteína bruta. Nos trabalhos de Silva et

al. (2001) e de Oliveira et al. (2001), ambos trabalhando com vacas lactantes, a uréia foi incluída em níveis crescentes (0; 0,7; 1,4 e 2,1%) nas dietas e as ingestões de proteína apresentaram comportamento linear negativo com relação ao aumento da concentração de uréia, enquanto, no trabalho de Lavezzo et al. (1996) utilizando ovinos, com a uréia substituindo 25 e 50% do farelo de soja dos concentrados (inclusão de 0,7 e 1,4% nas dietas, respectivamente), não se verificou nenhuma alteração nos consumos de PB. Os primeiros autores apontam a queda no consumo de PB como consequência da redução da ingestão da MS, em razão, provavelmente, da menor palatabilidade das dietas, promovida pela crescente incorporação da uréias a estas; porém, em níveis similares (0,7 e 1,4%), os últimos autores (Lavezzo et al., 1996) não verificaram problemas de consumo de MS em ovinos. Ezequiel et al. (2000) também compararam o uso da uréia em relação à levedura e ao farelo de algodão como fontes de N para borregos e não observaram diferenças entre as fontes no consumo e na digestibilidade aparente da PB. No presente trabalho, o nível de uréia, computado como advindo das amiréias, atingiu a concentração média de aproximadamente 1,15%, e não parece ter havido qualquer tipo de implicação negativo sobre as ingestões de alimento e, conseqüentemente, da proteína.

Parece então que o aumento da concentração de proteína bruta nas dietas pode promover incrementos no consumo de PB, principalmente por propiciar incrementos na ingestão de MS, mas até certo ponto, quando não chegam a promover queda no consumo, como é o que ocorre quando se eleva demasiadamente a inclusão de NNP na composição das dietas.

Quando se fez uso de amiréia na suplementação, Salman et al. (1997), trabalhando com ovinos, encontraram igualdade ( $P>0,05$ ) tanto nas ingestões de PB quanto no CDPB, em relação à uréia e ao farelo de algodão, tendo a silagem de milho como alimento volumoso, embora o tratamento com amiréia tenha

manifestado superioridade numérica em relação à uréia. Porém, os valores de digestibilidade (média de 67%) foram inferiores aos obtidos no presente ensaio.

Todavia, quando a base da dieta foi constituída por alimento de qualidade inferior, como palha de arroz (Coelho da Silva et al., 1994), os valores de digestibilidade aparente da proteína bruta observados no tratamento com amiréia igualaram-se aos obtidos quando a fonte suplementar tratou-se do farelo de soja, chegando a ser superiores aos aqui encontrados. Fica ainda salientado o efeito da suplementação nitrogenada naquele ensaio ao se verificar que as digestibilidades da MS e da PB, quando não houve fornecimento de suplemento, foram de 31,9 e 3,9%, respectivamente, em concordância ao que Klusmeyer et al. (1990) reportaram acerca do efeito positivo do incremento de N nas dietas.

Um aspecto que deve ser ressaltado é de que tanto no trabalho de Salman et al. (1997) como no de Coelho da Silva et al. (1994) as amiréias utilizadas apresentavam baixas concentrações de uréia (38,8 e 48,9% EqPB, respectivamente). Ao trabalhar com amiréias com concentração de EqPB maior, como foram as do presente trabalho, Carmo et al. (2002), utilizando amiréia 150S (semelhante a utilizada no presente ensaio) e uréia como substitutivos parciais do farelo de soja na dieta de vacas holandesas, no período seco, também não observaram nenhuma interferência destas fontes de NNP sobre o consumo e o CDPB, sendo, inclusive, o menor valor de digestibilidade obtido quando a fonte de NNP foi a amiréia 150S, apesar de numericamente ser tão elevado quanto os obtidos no presente estudo (72,87%). Estes autores analisaram outros aspectos, tais como pH ruminal, concentrações de ácidos graxos voláteis e valores de nitrogênio amoniacal no rúmen, e sugeriram que diante da similaridade entre os resultados alcançados pela uréia e pela amiréia 150S, a extrusão da uréia em grandes proporções com fonte amido não reduz a sua velocidade de degradação, como proposto, e lembraram que os trabalhos que sugeriram menor velocidade de degradação da uréia quando extrusada com

milho ou outra fonte de amido (Helmer et al., 1970b; Maia et al., 1987) utilizaram produtos com menor concentração de EqPB (ao redor de 40%).

Ao estudar a influência de diferentes concentrações de uréia na forma extrusada com milho sobre os parâmetros de degradabilidade ruminal da matéria seca e do nitrogênio da silagem de milho, Ezequiel et al. (2001b) verificaram que o produto formulado com maior proporção de uréia proporcionou aumento da fração solúvel e da degradabilidade efetiva e diminuição da fração indegradável do nitrogênio da silagem de milho. Deve ser salientado que as amiréias testadas apresentavam em torno de 70 e 90% de proteína bruta, portanto inferiores às concentrações consideradas no presente estudo.

Uma vez que a uréia trata-se de um composto bastante solúvel no rúmen e rapidamente degradado, o aporte desta na forma livre, advindo de amiréias em que a extrusão não foi eficiente para permitir o adequado cadenciamento e sincronização na síntese de proteína microbiana, poderia ser evidenciado pela obtenção de coeficientes de digestibilidade maiores nestas circunstâncias. Uma vez que no presente estudo não se verificaram diferenças entre os tratamentos quanto ao CDPB, sendo ainda que o coeficiente de variação para esta variável encontra-se baixo (2,95%), pode-se inferir que as amiréias testadas apresentam-se eficientemente extrusadas, ou que apresentam ao menos o mesmo nível qualitativo de extrusão.

#### **4.4. Balanço de nitrogênio**

A determinação do balanço de N é útil para avaliar se o animal se encontra em equilíbrio nitrogenado e se, sob determinadas condições alimentares, ocorre ganho ou perda de N (Kolb, 1984).

Os resultados do ensaio de balanço de nitrogênio são apresentados na Tabela 5. Observa-se que, apesar de novamente haver manifestação de superioridade numérica dos resultados obtidos pelos animais suplementados com a amiréia 180, quanto à quantidade de nitrogênio consumido ( $\text{g.dia}^{-1}$ ), não foram detectadas diferenças entre os tratamentos ( $P>0,01$ ). Este aspecto é positivo quando se consideram os objetivos do presente estudo, ou seja, avaliar os efeitos das diferentes proporções amido:uréia, testando, assim, a eficiência do processo de extrusão de amiréias com concentrações elevadas de uréia.

As excreções do nitrogênio também não foram afetadas pelos tratamentos ( $P>0,01$ ), quer seja pela via urinária ou por intermédio das fezes. Conforme o observado em outros trabalhos com ovinos (Lavezzo et al., 1996 e Ezequiel et al., 2000) ou mesmo com bovinos (Stacchini, 1998), no atual estudo a via principal de excreção do N foi a urina, sendo que esta via representou em média 67% do N total excretado. Este fato, porém, não pode ser tomado como regra geral pois outros pesquisadores, testando fontes similares às utilizadas pelos primeiros autores citados (farelo de algodão, farelo de soja, levedura de cana-de-açúcar, uréia e amiréia), encontraram prevalência da excreção fecal sobre a urinária [Salman et al. (1997), com ovinos e Sampaio et al. (2000), com bovinos].

Quando se consideram os valores médios do nitrogênio retido, expressos em  $\text{g.dia}^{-1}$ , ou como percentual do N ingerido e do N absorvido ( $3,29 \text{ g.dia}^{-1}$ ; 18,19% e 24,48%, respectivamente), e se confrontam os resultados observados por Moreira et al. (2001a), fica patente o efeito da suplementação com amiréia sobre a performance dos ovinos recebendo feno de coastcross como alimento exclusivo. Aqueles autores auferiram  $0,58 \text{ g.dia}^{-1}$ ; 3,15% e 5,30% como valores do balanço de N para as variáveis citadas.

Lizieire et al. (1990), analisando o balanço nitrogenado de cabras adultas não gestantes e não lactantes, recebendo dietas com concentrações crescentes de

TABELA 5. Consumo de nitrogênio, nitrogênio fecal, nitrogênio urinário, e balanço do nitrogênio.

Variáveis	Tratamentos (Amiréias)				CV(%)
	Am100	Am150	Am180	Am200	
N ingerido (g.dia <sup>-1</sup> )	18,53	17,13	19,38	17,58	14,29
N fezes (g.dia <sup>-1</sup> )	4,89	4,59	5,05	4,52	14,50
N absorvido (g.dia <sup>-1</sup> )	13,64	12,55	14,32	13,07	15,30
N absor NNP (g.dia <sup>-1</sup> )	4,78	3,75	4,48	4,38	17,19
N absor feno (g.dia <sup>-1</sup> )	8,86	8,80	9,84	8,69	16,21
N urina (g.dia <sup>-1</sup> )	9,49	9,60	11,65	9,70	19,52
N retido (g.dia <sup>-1</sup> )	4,15	2,96	2,67	3,37	57,61
N retido/PM (mg.dia <sup>-1</sup> )	242,09	172,13	157,92	191,49	56,82
N fezes/N excr. (%)	34,67	32,76	30,51	31,67	10,32
N urina/N excr. (%)	65,33	67,24	69,49	68,33	5,14
N retido/N ing. (%)	22,67	18,43	13,91	17,77	52,27
N retido/N abs. (%)	30,79	24,69	18,91	23,52	51,75

**N fezes** = nitrogênio excretado via fezes; **N absor NNP** = quantidade de nitrogênio absorvido proveniente das amiréias; **N absor feno** = quantidade de nitrogênio absorvido proveniente do feno; **N urina** = nitrogênio excretado via urina; **N retido/PM** = quantidade de nitrogênio retido por kg de peso metabólico; **N fezes/N excr.** = nitrogênio excretado via fezes como % do nitrogênio total excretado; **N urina/N excr.** = nitrogênio excretado via urina como % do nitrogênio total excretado; **N retido/N ing.** = nitrogênio retido como % do nitrogênio consumido; **N retido/N abs.** = nitrogênio retido como % do nitrogênio absorvido.

proteína degradável no rúmen, verificaram aumentos das excreções urinárias conforme houve incremento dos níveis de proteína degradável, o mesmo sendo observado por Valadares et al. (1997c) em relação ao aumento da concentração protéica das dietas. Chalupa et al. (1970) comentam que a maior excreção de N

via urina, quando ocorre excesso de N solúvel na dieta ou ineficiência no aproveitamento deste pelos microrganismos ruminais, provavelmente se dê em virtude de excesso de amônia resultante da rápida hidrólise ruminal e sua posterior absorção pelas paredes ruminais e excreção como uréia pela urina.

No presente trabalho, uma vez considerando que os aportes de nitrogênio foram iguais, a igualdade entre os tratamentos quanto ao total de N retido pode ser indicativo de que as amiréias apresentaram a mesma taxa de liberação de N ao nível de rúmen. Quando Parré (1995) utilizou a uréia sob forma livre ou envolvida por argila (zeolita) para permitir liberação mais lenta de amônia, ele observou que nas formas complexadas as quantidades de perda de N pela urina foram menores, e conseqüentemente maiores as retenções de nitrogênio.

Este comportamento, no entanto, não foi observado por Seixas (1996) quando foi comparado o balanço do N em ovinos suplementados com uréia ou amiréia, tendo sido encontrado resultados de N retido muito semelhantes entre as duas fontes (9 e 10,5 g.dia<sup>-1</sup>, respectivamente para uréia e amiréia). Naquele trabalho, embora as concentrações protéicas das dietas tivessem sido bastante próximas às utilizadas neste estudo (por volta de 13%PB), as retenções de N foram maiores que as observadas no presente ensaio, sendo, porém, que as ingestões de MS também foram substancialmente maiores.

Deve ser salientado que, apesar da igualdade estatística verificada quanto à retenção do nitrogênio, os animais suplementados com amiréia 100 (menor concentração de uréia) foram os que manifestaram maiores retenções, chegando estes a ser numericamente superiores aos obtidos com o tratamento Am-180 (que permitiu os melhores resultados numéricos na maioria das variáveis já discutidas) em cerca de 55% e 53%, quanto à retenção total (g.dia<sup>-1</sup>) e à retenção por peso metabólico (mg.kg<sup>-1</sup>PV<sup>0,75</sup>), respectivamente (Figura 1). Este aspecto é condizente com a sugestão de Carmo et al. (2002), segundo os quais a extrusão

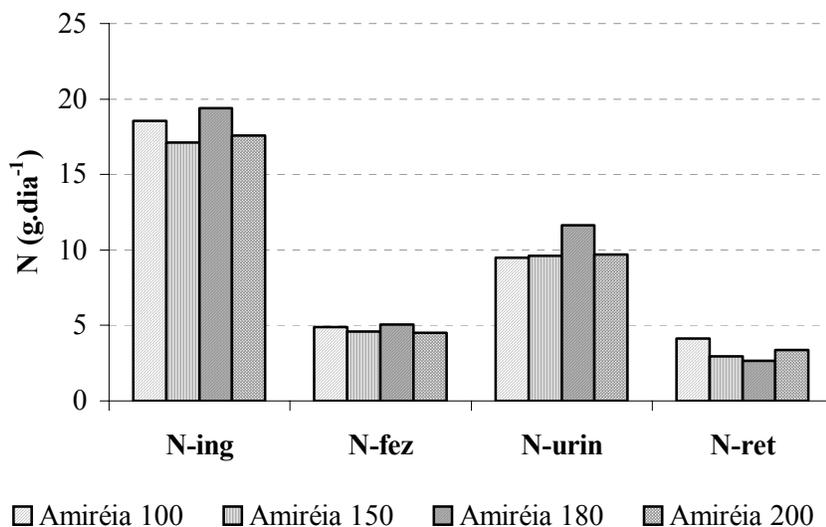


FIGURA 1. Quantidades médias de N consumido (N-ing), excretado nas fezes (N-fez) e na urina (N-urin) e retido (N-ret), segundo os diferentes tratamentos.

da uréia em grandes proporções com fonte de amido não reduz sua velocidade de degradação como proposto.

Com referência à porcentagem de retenção do N em relação ao nitrogênio consumido, o tratamento Am-100 possibilitou valores próximos aos verificados por Lavezzo et al. (1996) em ovinos consumindo farelo de soja como fonte protéica suplementar (22,73%), enquanto os demais tratamentos proporcionaram valores (média de 16,70%) similares aos verificados por Ezequiel et al. (2000) em ovinos que tinham a uréia como fonte suplementar (15,59%), sendo que em ambos os trabalhos citados o volumoso era o feno de capim rodes, fornecido juntamente com concentrados (relação volumoso:concentrado próximo a 40:60).

A retenção de N em relação ao nitrogênio absorvido (conceito de valor biológico) reflete a utilização do nitrogênio na síntese protéica tissular, seja para formar novos tecidos, novos sistemas enzimáticos ou para substituir tecidos velhos ou epitélios. A eficiência com que este trabalho é realizado depende fundamentalmente da composição dos compostos nitrogenados que chegam aos tecidos, vindos da absorção intestinal. Os resultados obtidos, apesar de não terem sido afetados pelos tratamentos ( $P>0,01$ ), parecem indicar que a amiréia 100 permite melhor eficiência neste propósito, no mínimo em torno de 24% superior às outras composições. Salman et al. (1997) verificou valor biológico para dieta que continha amiréia (38,8%EqPB) como fonte protéica em torno de 57%, tendo considerado estes valores como bons; porém, os autores também constataram valores muito semelhantes quando o suplemento foi a uréia e, além disso, eles fizeram ressalvas à excelente qualidade do volumoso utilizado naquele ensaio (silagem de milho).

Aspecto que deve ser ressaltado refere-se aos coeficientes de variação (CV(%)) observados para as variáveis relativas à retenção de nitrogênio. Todas foram maiores que 50%, o que sem dúvida expressa a heterogeneidade das condições fisiológicas dos animais experimentais naquele momento. Valores também elevados foram verificados por Zeoula et al. (1999), também trabalhando com ovinos embora inferiores aos obtidos no presente ensaio.

#### **4.5. Concentração de N-uréico no sangue**

Na Tabela 6 podem ser observadas as concentrações médias de uréia sérica e nitrogênio uréico (N-uréico) obtidas nos diferentes tempos de coleta, a saber: 0 (zero), 2, 4 e 8 horas pós o fornecimento de alimento e amiréia aos

TABELA 6. Concentrações médias de uréia sérica ( $\text{mg.dL}^{-1}$ ) e N-uréico ( $\text{mg.dL}^{-1}$ ) verificadas quanto aos tratamentos (amiréias) e quanto aos diferentes tempos (horas) de coleta.

Tempo após alimentação (horas)	Tratamentos (Amiréias)				Médias
	Am100	Am150	Am180	Am200	
	Uréia sérica ( $\text{mg.dL}^{-1}$ )				
0	35,38	33,13	34,63	36,13	34,81
2	42,13	38,88	42,04	43,75	41,70
4	38,75	40,63	41,13	43,38	40,97
8	35,88	33,50	35,25	37,63	35,56
Médias	38,03	36,53	38,26	40,22	38,26
	N-Uréico ( $\text{mg.dL}^{-1}$ )				
0	16,50	15,45	16,15	16,85	16,24
2	19,65	18,13	19,61	20,41	19,45
4	18,07	18,95	19,18	20,23	19,11
8	16,73	15,62	16,44	17,55	16,59
Médias	17,74	17,04	17,85	18,76	17,85

animais experimentais ; na Figura 2 estão apresentadas as curvas em função dos níveis de uréia sérica ao longo do tempo, para cada tratamento.

Não houve efeito dos tratamentos ( $P>0,01$ ) sobre as concentrações médias de uréia sérica ou de N-uréico, sendo que, conforme esperado, apenas no fator tempo pode ser constatada a influência da administração de fontes suplementares de N.

Como pode ser observado, os menores valores alcançados, dentro de cada tratamento, foram os auferidos no tempo 0, antes do fornecimento da dieta, indicando haver efeito responsivo desta sobre os níveis séricos de uréia.

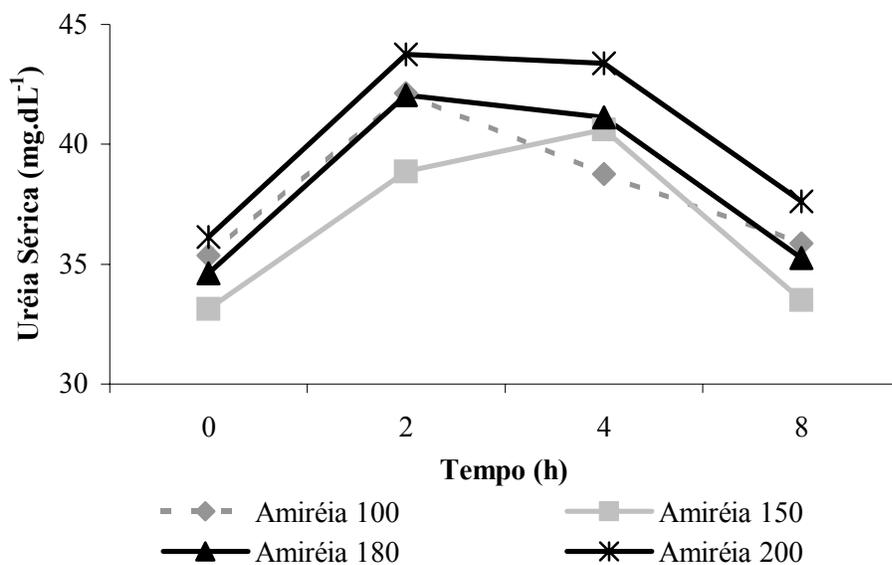


FIGURA 2 Efeito do tempo após o fornecimento das amiréias sobre a concentração de uréia sérica.

Guidi (1999), estudando o uso de diferentes fontes de proteína (uréia, farelo de soja, soja grão tostada e farelo de glúten de milho) em vacas holandesas com produções de leite próximas a 30 kg diários e com dietas isoprotéicas (16,4%PB), verificou maiores níveis de N-uréico para o tratamento uréia, confirmando as informações de Roseler et al. (1993), que também trabalhando com vacas lactantes, verificaram que a maior proporção de proteína degradável no rúmen resultou em aumento da concentração plasmática de uréia, chamando a atenção não para a quantidade, mas em especial para a solubilidade da proteína ao nível ruminal. O mesmo comportamento não foi constatado por Imaizumi (2000) quando comparou a uréia e o farelo de soja quanto aos níveis de uréia plasmática em vacas lactantes no terço final da lactação, porém este

autor utilizou dietas com concentrações mais baixas (10 e 13%) de PB, adequadas às categorias de seu estudo.

Carmo (2001), estudando a substituição do farelo de soja por uréia e amiréia 150S em vacas holandesas com período médio de 200 dias de lactação (média de 22 kg leite.dia<sup>-1</sup>), não observaram diferenças ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos para a concentração de N-uréico no plasma considerando todos os tempos de coleta, havendo diferença apenas para o tratamento com amiréia 150S quando se consideraram tempos dentro de tratamentos, havendo um gradiente de concentrações em relação ao avançar dos tempos. Assim, a uréia promoveu concentrações maiores de N-uréico mais rapidamente do que a amiréia, podendo estar indicando seu diferencial na velocidade de liberação de amônia ao nível de rúmen. Somente quando o autor reduziu o nível protéico (de 16 para 14%PB), numa segunda fase da lactação, pôde-se permitir a manifestação do efeito de tempo de coleta sobre o N-uréico plasmático para o tratamento uréia. Os níveis de uréia plasmática verificadas pelo autor para o tratamento com amiréia 150S foram 47,16; 49,66; 41,67 e 40,77 mg.dL<sup>-1</sup>, respectivamente para os tempos 0; 2; 4 e 6 horas, bastante superiores aos obtidos no presente estudo, para qualquer uma das amiréias utilizadas, porém deve-se ressaltar que naquele trabalho a inclusão de uréia por intermédio da amiréia 150S foi de 2%, enquanto no presente ensaio esta se situou ao redor de 1,15%.

Quando se efetua a conversão dos resultados observados no presente trabalho, de mg uréia.dL<sup>-1</sup> para mg N.dL<sup>-1</sup> (N-uréico), os valores médios obtidos são, respectivamente, 16,24; 19,45; 19,11 e 16,59 mg N. dL<sup>-1</sup> para os tempos 0; 2; 4 e 8 horas, bastante semelhantes aos verificados por Valadares et al. (1997b) quando a dieta experimental utilizada apresentou 14,5% PB, semelhante à concentração da dieta utilizada na presente pesquisa.

Estes mesmos autores verificaram, por análise de regressão, que a faixa de concentração plasmática de N-uréico entre 13,52 a 15,15 mg.dL<sup>-1</sup> seria

correspondente à que permitiria máxima eficiência microbiana, sendo que valores maiores a estes indicariam a possibilidade de estarem ocorrendo perdas de N.

Assim, os resultados do presente estudo poderiam estar apontando para um desequilíbrio entre as proporções de energia e proteína, ao nível de rúmen, permitindo maior probabilidade de haver perdas de N, conforme salientado por Cannas et al. (1998), que trabalhando com ovelhas alimentadas com diferentes quantidades de PB, combinadas com dois níveis de densidade energética, somente obtiveram menores concentrações de N-uréico para combinação entre menor porcentagem de PB e maior densidade energética. Resultados nesta mesma direção foram verificados também por Carvalho (1996) e Rennó (1999), com bovinos.

Conforme já mencionado anteriormente, as dietas experimentais apresentavam concentrações protéicas ao redor de 13% PB, limite superior ao sugerido por Ørskov (1992), segundo o qual não haveria efeito do nitrogênio suplementar, além disso, esta concentração protéica é superior à recomendada pelo NRC (1985a) para ovelhas adultas em manutenção, contribuindo para um provável menor aproveitamento do N por parte dos microrganismos ruminais. Carmo (2001), em seu trabalho, também chama atenção para o fato de as dietas utilizadas estarem com nível protéico acima das exigências e, com isto, estarem promovendo maiores níveis plasmáticos de uréia.

No entanto, independentemente de estar ou não havendo máxima produção de proteína microbiana, ou mesmo de estar havendo certa perda de N (ou menor retenção), a igualdade estatística entre os níveis séricos poderia sugerir que o processo de extrusão foi eficiente no preparo das amiréias mesmo quando as concentrações de uréia foram mais altas, permitindo o mesmo comportamento ao nível de rúmen.

Para avaliar o comportamento da concentração de uréia sérica, foi ajustada uma equação de regressão em função dos diferentes tempos de coleta, comum a todos os tratamentos, que pode ser visualizada junto à Figura 3. Pela equação obtida, o ponto de máximo seria de 42,00 mg uréia.dL<sup>-1</sup>, e às 4,01 horas após a oferta de alimento e amiréias, em conformidade com o observado por Egan & Kellaway (1971), que obtiveram melhores ajustes entre ingestão de N e concentração plasmática de N-uréico 4 horas após a alimentação.

Valadares et al. (1997b) relacionaram concentrações protéicas e N-uréico no sangue, obtendo equações de regressão lineares positivas, com coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) entre 69 e 83%. Porém, quando foram ajustadas equações

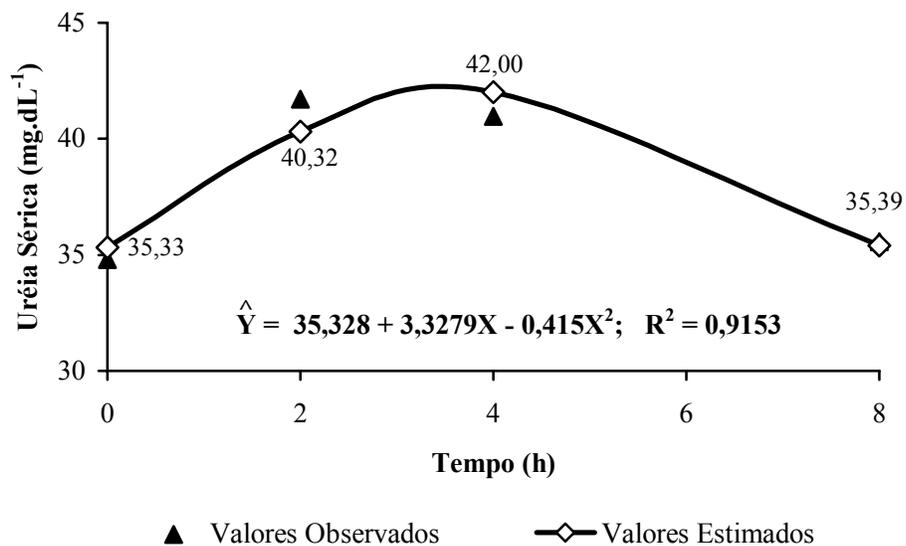


FIGURA 3. Efeito do tempo após o fornecimento de alimento e amiréias sobre a concentração de uréia sérica.

em função dos tempos de coleta, para cada tratamento (fonte de proteína), os valores de  $R^2$  foram muito inferiores (entre 22 e 47%), e quando a concentração de proteína bruta na dieta foi de 14,5%, foi constatada a ausência de significância ( $P>0,05$ ) da regressão, evidenciando pequena variação na concentração plasmática em decorrência do tempo para aquele nível protéico da dieta, comportamento este não verificado no presente trabalho, sendo que o coeficiente de determinação estimado para a equação apresentou valor elevado ( $R^2 = 91,53\%$ ).

#### **4.6. Diferença entre experimentos**

Conforme pode ser visualizado nas tabelas apresentadas no ANEXO, para todas as variáveis estudadas houve marcada diferença significativa entre períodos experimentais (fonte de variação expressa como 'período (P)', nas tabelas com os resumos das análises de variância).

Este acontecimento é decorrente do fato de que no primeiro período experimental ainda havia influência do stress de adaptação dos animais às condições ambientais e de alimentação, visto que todas as variáveis relacionadas ao consumo de nutrientes apresentaram resultados superiores no segundo período experimental.

## 5 CONCLUSÕES

Em ensaio de digestibilidade *in vivo* com ovinos, as diferentes proporções de amido:uréia utilizadas para a confecção de amiréias não proporcionaram efeitos quanto ao consumo e digestibilidade aparente da matéria seca e das demais frações de nutrientes em dieta de feno de coastcross, mesmo quando as concentrações de uréia foram elevadas.

Dentro dos níveis de suplementação adotados (com a uréia provinda das diferentes amiréias perfazendo cerca de 1 a 1,3% na MS da dieta), não houve problemas de aceitabilidade das amiréias estudadas, mesmo quando as amiréias apresentaram proporções de uréia mais elevadas, demonstrando que nestes níveis de suplementação a extrusão do amido e uréia tem eficiência semelhante.

Nas diferentes proporções de amido:uréia estudadas observaram-se balanços de nitrogênio semelhantes, e os níveis de uréia sérica variaram após a administração das diferentes amiréias de forma semelhante no decorrer do tempo.

Em face da igualdade nas performances, relativas às variáveis avaliadas, proporcionadas pelas diferentes misturas suplementares, pode-se sugerir que as diferentes proporções amido:uréia estudadas tenham a mesma eficiência qualitativa quanto ao processo de extrusão, indicando, assim, que amiréias com proporções mais elevadas de uréia (até 70% aproximadamente) poderiam constituir suplementos nitrogenados não protéicos eficientes quanto ao aspecto de permitir liberação gradativa de amônia no rúmen.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, M. S. Physical constraints on voluntary intake of forage by ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.74, n.12, p.3063-3075, Dec. 1996.

ARAÚJO, G. G. L. de. et al. Efeito da degradabilidade da proteína sobre o consumo e digestão da proteína bruta, do extrato etéreo e balanço de nitrogênio de vacas lactantes. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 23, n. 2, p.258-267, fev. 1994.

ARAÚJO, G. G. L. de et al. Efeito da degradabilidade da proteína sobre o consumo e digestão de matéria seca, matéria orgânica e carboidratos estruturais em vacas lactantes. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 24, n. 3, p.371-381, mar. 1995.

ARAÚJO, G. G. L. de. et al. Consumo e digestibilidade total dos nutrientes de dietas contendo níveis de volumosos em bezerros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 2, p.345-354, fev. 1998.

ARAÚJO, K. V. et al. Substituição da proteína do farelo de soja pela amiréia 45S para potras em crescimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 4, p.994-1001, abr. 1999.

AROEIRA, L. J. M. et al. Digestibilidade, balanço de nitrogênio e concentração de amônia no rúmen de novilhos mestiços alimentados com cana-de-açúcar e uréia mais farelo de arroz ou de algodão. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 22, n. 6, p.893-901, jun. 1993.

AROEIRA, L. J. M. et al. Digestibilidade, degradabilidade e taxa de passagem da cana-de-açúcar mais uréia e do farelo de algodão em vacas mestiças holandês x zebu em lactação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 24, n. 6, p.1016-1026, jun. 1995.

BARTLEY, E. E.; DEYOE, C. W. Starea as a protein replace for ruminants. **Feedstuffs**, Minneapolis, v. 47, n. 30, p. 42-44, 1975.

BERCHIELLI, T.T. et al. Ingestão, digestibilidade total e partição da digestão em função de níveis crescentes de concentrado na dieta. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá:SBZ, 1994. p. 489.

BLOOMFIELD, R. A.; GARNER, G. B.; MUHRER, M. E. Kinetics of urea metabolism in sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 19, n. 4, p.1248, Apr. 1960.

BOLZAN, I. T. et al. Consumo e digestibilidade aparente em ovinos alimentados com diferentes processamentos do grão de milho e três níveis de concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife:SBZ, 2002. 1 CD-ROM.

BORGES, A. L. C. C. Controle da ingestão de alimentos. **Caderno Técnico da Escola de Veterinária da UFMG**, Belo Horizonte, v.27, p.67-79, 1999.

BRODERICK, G. A.; WALLACE, R. J.; ORSKOV, E. R. Control of rate and extent of protein degradation. In: TSUDA, T.; KAWASHIMA, R. **Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants**: proceedings of the seventh international symposium on ruminant physiology. San Diego: Academic, 1991. p.541-592.

BROSH, A.; HOLZER, Z.; LEVY, D. The effect of source of nitrogen used for supplementation of high wheat silage diets for cattle. **Animal Production**, Harlow, v. 51, n. 1, p.109-114, Jan. 1990.

BURGER, P. L. et al. Consumo e digestibilidade aparente total e parcial de bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 206-214, jan. 2000.

CAMERON, M. R. et al. Effects of urea and starch on rumen fermentation, nutrient passage to the duodenum and performance of cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 4, p. 1321-1336, Apr. 1991.

CAMPOS, O. F. de. et al. Uréia no concentrado de bezerros a partir da segunda semana de idade. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 329-337, fev. 1992.

- CAMPOS, O. F. de; RODRIGUES, A. de A. Uréia para bovinos em crescimento. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 2., 1984, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba:FEALQ, 1984. p. 142-173.
- CANNAS, A. et al. Effect of dietary energy and protein concentration on milk urea nitrogen in dairy ewes. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, n. 2, p. 499-508, Feb. 1998.
- CARMO, C. A. **Substituição do farelo de soja por uréia ou amiréia em dietas para vacas leiteiras em final de lactação.** 2001. 74p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.
- CARMO, C. A. et al. Substituição do farelo de soja por uréia ou amiréia em dietas para vacas leiteiras em final de lactação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba:SBZ, 2001. 1 CD-ROM.
- CARMO, C. A. et al. Substituição do farelo de soja por uréia ou amiréia em dietas para vacas em final de lactação. 2-Metabolismo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife:SBZ, 2002. 1 CD-ROM.
- CARMO, F. R. G. et al. Degradabilidade ruminal "in situ" da matéria seca e proteína bruta da amiréia contendo 25% de uréia com diferentes granulometria. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP, 11., 1999, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, 1999. p. 254.
- CARVALHO, A. U. **Níveis de concentrado na dieta de zebuínos: consumo, digestibilidade e eficiência microbiana.** 1996. 112p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- CARVALHO, A. U. et al. Níveis de concentrado em dietas de zebuínos. 1- Consumo e digestibilidade aparente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 5, p.986-995, maio 1997.
- CASS, J. L.; RICHARDSON, C. R.; SMITH, K. J. Evaluation of slow ammonia release from urea/calcium compounds. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, suppl. 1, p. 243, 1994.
- CHALUPA, W. et al. Detoxication of ammonia in sheep fed soy protein or urea. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 100, n. 2, p. 170-176, Feb. 1970.

CHALUPA, W. et al. Effect of introduction of urea on feeding behavior of Holstein heifers. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 62, n. 8, p. 1278-1284, Aug. 1979.

CHRISTENSEN, R. A.; LYNCH, G. L.; CLARK, J. H. Influence of amount and degradability of protein on production of milk and milk components by lactating holstein cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 11, p. 3490-3496, Nov. 1993.

CHURCH, D. C. **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: O&B Broks, 1988. 564p.

COELHO DA SILVA, J. F.; LEÃO, M. I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livrocetes, 1979. 380p.

COELHO DA SILVA, J. F. et al. Valor nutritivo da palha de arroz suplementada com amiréia, fubá+uréia e farelo de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 9, p. 1475-1481, set. 1994.

CONRAD, H. R.; PRATT, A. D.; HIBBS, J. W. Regulation of feed intake in dairy cows. I. Changes in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 47, n. 1, p. 54-62, jan. 1964.

CONRAD, H. R. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage for ruminant: physiological and physical factors limiting feed intake. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 25, n. 1, p. 227-235, Jan. 1966.

CORREIA, L. de F. A. **Utilização da amiréia na alimentação de coelhos em crescimento da raça Nova Zelândia Branco**. 1992. 90p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

CORREIA, L. de F. A. et al. Utilização da amiréia na alimentação de coelhos em crescimento da raça Nova Zelândia Branca. II- Desempenho, características de carcaça e biometria cecal. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 655-666, abr. 1994.

CORREIA, L. de F. A. et al. Utilização da amiréia na alimentação de coelhos em crescimento da raça Nova Zelândia Branca. I- Digestibilidade e retenção de nitrogênio. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 289-299, fev. 1995.

COUTINHO FILHO, J. L. V. et al. Efeito de fontes de nitrogênio sobre a ingestão e digestibilidade aparente de diferentes rações. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 24, n. 6, p. 1038-1044, jun. 1995.

DUTRA, A. R. et al. Efeitos dos níveis de fibra e das fontes de proteínas sobre o consumo e digestão dos nutrientes em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 787-796, abr. 1997.

EGAN, A. R.; KELLAWAY, R. C. Evaluation of nitrogen metabolites as indices of nitrogen utilization in sheep given frozen and dry mature herbage. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 26, n. 3, p. 335-351, Mar. 1971.

EZEQUIEL, J. M. B. **Exigências de proteína e minerais em bovídeos**: frações endógenas. 1987. 131p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

EZEQUIEL J. M. B. et al. Balanço de nitrogênio e digestão total da proteína e da energia de rações contendo farelo de algodão, levedura de cana-de-açúcar ou uréia, em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 2332-2337, jun. 2000.

EZEQUIEL, J. M. B. et al. Digestibilidade aparente da energia e da fibra de dietas para ovinos contendo uréia, amiréia ou farelo de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 231-235, jan. 2001a.

EZEQUIEL, J. M. B. et al. Parâmetros da degradabilidade in situ da silagem de milho em animais suplementados com amiréias contendo diferentes concentrações de uréia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba:SBZ, 2001b. 1 CD-ROM.

EZEQUIEL, J. M. B.; SOARES, W. V. B.; SEIXAS, J. R. C. Digestibilidade in vitro da matéria seca, nitrogênio e fibra em detergente ácido de dietas completas contendo farelo de algodão, uréia ou amiréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 236-241, jan. 2001c.

FEITOSA, J. V. et al. Modelos de degradabilidade ruminal in situ da matéria seca e proteína bruta em dietas contendo amiréias com diferentes granulometrias e níveis de uréia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. 1 CD-ROM.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 2000, São Carlos. **Resumos...** São Carlos:RBRAS/UFSCar, 2000. p. 255-258.

FIGUEIRA, D. G.; AROEIRA, L. J. M.; RODRIGUEZ, N. M. Digestibilidade aparente e balanço de nitrogênio de dietas baseadas em cana-de-açúcar suplementadas com diferentes níveis de uréia e farelo de algodão. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28., 1991, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 1991. p.260.

FREGADOLLI, F. L. et al. Efeito das fontes de amido e nitrogênio de diferentes degradabilidade ruminais. 1- Digestibilidade parcial e total. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 858-869, mar. 2001.

GUIDI, M. T. **Efeito de teores e fontes de proteína sobre o desempenho de vacas de leite e digestibilidade dos nutrientes.** 1999. 92p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

HARMEYER, J.; MARTENS, H. Aspects of urea metabolism in ruminants with reference to the goat. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 63, n. 10, p. 1707-1728, Oct. 1980.

HELMER, L. G.; BARTLEY E. E.; DEYOE, C. W. Feed processing. VI- Comparison of Starea, urea and soybean meal as protein sources for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 53, n. 7, p.883-887, July 1970a.

HELMER, L. G. et al. Feed processing. V- Effect of na expansion processed mixture of grain and urea (Starea) on nitrogen utilization in vitro. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 53, n. 3, p.330-335, Mar. 1970b.

HERRERA-SALDANA, R. et al. Influence of synchronizing protein and starch degradation in rumen on nutrient utilization and microbial synthesis. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 73, n. 1, p. 142-148, Jan. 1990.

HILL, G. M. et al. Pesquisa com capim bermuda cv. 'Tifton 85' em ensaios de pastejo e de digestibilidade de feno com bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 15., 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba:FEALQ, 1999. p. 7-22.

HOOVER, W. H. Chemicals factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 69, n. 10, p. 2755-2766, Oct. 1986.

HUBER, J. T. Uréia ao nível do rúmen. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 2., 1984, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba:FEALQ, 1984. p.6-24.

HUBER, J. T.; COOK, R. M. Influence of site of administration of urea on voluntary intake of concentrate by lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 55, n. 10, p. 1470-1473, Oct. 1972.

HUBER J. T.; KUNG, L. Protein and non-protein nitrogen utilization in cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 64, n. 6, p. 1170-1195, June 1981.

HUNGATE, R. E. **The rumen and its microbes**. New York:Academic, 1966. 533p.

ILLIUS, A. W.; JESSOP, N. S. Metabolic constraints on voluntary intake in ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, n. 2, p. 3052-3062, Feb. 1996.

IMAIZUMI, H. **Avaliação de diferentes fontes e teores de proteína degradável no rúmen sobre o desempenho e parâmetros ruminais e sanguíneos de vacas holandesas em final de lactação**. 2000p. 69p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Piracicaba.

ÍTAVO, L. C. V. et al. Consumo, degradabilidade ruminal e digestibilidade aparente de fenos de gramíneas do gênero *Cynodon* e rações concentradas utilizando indicadores internos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 1024-1032, fev. 2002a.

ÍTAVO, L. C. V. et al.. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de nutrientes em novilhos alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 1543-1552, mar. 2002b.

JOHNSON, R.R. Influence of carbohydrate solubility on non protein nitrogen utilization in the ruminant. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 43, n. 1, p. 184-191, Jan. 1976.

KENNEDY, P. M.; MILLIGAN, L. P. Transfer of urea from the blood to the rumen of sheep. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 40, n. 1, p.149-154, Jan. 1978.

KING, K. J. et al. Influence of dietary protein sources on the amino acids profiles available for digestion and metabolism in lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 73, n. 11, p. 3208-3216, Nov. 1990.

KLUSMEYER, T. H. et al. Effects of source and amount of protein on ruminal fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 73, n. 12, p. 3526-3537, Dec. 1990.

KOLB, E. **Fisiologia veterinária**. 4.ed. Rio de Janeiro:Guanabara Koogan, 1984. 612p.

LADEIRA, M. M. et al. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de dietas contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 395-403, fev. 1999.

LAPIERRE, H.; LOBLEY, G. E. Nitrogen recycling in the ruminant: a review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 84, suppl. 1, p. 223-236, 2001.

LAVEZZO, O. E. N. M.; LAVEZZO, W.; BURINI, R. C. Efeitos nutricionais da substituição parcial do farelo de soja por uréia, em dietas de ovinos. Comparação da digestibilidade aparente e balanço de nitrogênio com a cinética do metabolismo da <sup>15</sup>N-glicina. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 282-297, fev. 1996.

LEBARS, H. The endogenous urea cycle of the ruminant. In: BRIGGS, M. H. **Urea as a protein supplement**. Oxford: Pergamon, 1967. p. 155-171.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica**. 2.ed. São Paulo: Sarvier, 1995. 839p.

LIMA, J. A. de. et al. Valor nutritivo de algumas gramíneas do gênero *Cynodon*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. 1 CD-ROM.

LIZIEIRE, R. S. et al. Níveis crescentes de proteína degradada no rúmen de cabras. I Efeitos sobre consumo, digestibilidade aparente e balanço de nitrogênio. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 19, n. 6, p. 552-561, jun. 1990.

LOPEZ, J. Uréia em rações para produção de leite. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 2., 1984, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba:FEALQ, 1984. p.200-225.

MAIA, R. L. A. et al. Avaliação da qualidade da amiréia (produto da extrusão amido:uréia) através do método de estimativa da produção de proteína microbiana “in vitro”. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 24., 1987, Brasília. **Anais...** Brasília:SBZ, 1987. p.95.

MANDEBVU, P. et al. Effects of bermudagrass cultivar and stage of maturity on yield, in vitro and in situ nutrient and cell wall composition and feed intake and digestion by growing beef steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, suppl 1, p.198-202, 1998.

MARTIN, L. C. et al. Effect of level and form of supplemental energy and nitrogen on utilization of low quality roughages by sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.53, n. 2, p.479-488, Feb. 1981.

MARTINS, A. de S. et al. Digestibilidade aparente de dietas contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte protéica me novilhas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 269-277, jan. 2000.

McCARTHY JR, R. D. et al. Effects of source of protein and carbohydrate on ruminal fermentation and passage of nutrient to the small intestine of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 72, n. 8, p. 2002-2016, Aug. 1989.

MELO, J. F.; VIANA, J. A. C.; MOREIRA, H. A. Farelo de arroz e mandioca como suplementos de dieta básica de cana-de-açúcar + uréia para novilhas leiteiras. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 36, n. 6, p. 871-876, jun. 1983.

MERTENS, D. R. Analysis of fiber in feeds and its uses in feed evaluation and ration formulation. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASIELIRA DE ZOOTECNIA, 29., 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992, p. 188-219.

MERTENS, D. R. Fiber analysis and its use in ration formulation. In: ANNUAL PACIFIC NORTHWEST ANIMAL NUTRITION CONFERENCE, 24., 1989, Idaho. **Proceeding...** Idaho:Riveside Boise, 1989. p. 1-10

- MERTENS D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G. C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p. 450-493.
- MINSON, D. J. **Forage in ruminant nutrition**. New York: Academic, 1990. 483p.
- MORAN, J. B.; Comparative performance of five genotypes of Indonesian large ruminants. I Effect of dietary quality on live weight and feed utilization. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 36, n. 5, p. 743-752, May 1985.
- MOREIRA, A. L. et al. Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes da silagem de milho e dos fenos de alfafa e de capim coastcross, em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 1099-1105, mar. 2001a.
- MOREIRA, A. L. et al. Produção de leite, consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes, pH e concentração de amônia ruminal em vacas lactantes recebendo dietas contendo silagem de milho e fenos de alfafa e de capim coastcross. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 1089-1098, mar. 2001b.
- MUGERVA, J. J.; CONRAD, H. R. Relationship of dietary non protein nitrogen to urea kinetics in dairy cows. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 101, n. 10, p. 1331-1342, Oct. 1971.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6.ed. Washington: National Academy, 1989. 157p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of sheep**. 6 ed. Washington D.C.: National Academy, 1985a. 99p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Ruminant nitrogen usage**. Washington: National Academy, 1985b. 138p.
- NOCEK, J. E.; TAMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 10, p. 3598-3629, Oct. 1991.
- NOLAN, J. V. Nitrogen kinetics. In: FORBES, J. M.; FRANCE, J. **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. Wallingford: CAB International, 1993. p. 123-143.

OBA, M. ALLEN, M.S. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 82, n. 3, p. 589-596, Mar. 1999.

OLIVEIRA, A. S. et al. Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite em vacas alimentadas com quatro níveis de compostos nitrogenados não protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 1358-1366, abr. 2001.

OLIVEIRA, L. O. F. de. et al. Efeito da suplementação com misturas múltiplas contendo amiréia ou uréia sobre o consumo e o desempenho de novilhos Nelore em pastagens de braquiária Brizanta cv. Marandu. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002, 1 CD-ROM.

OLIVEIRA, M. M. **Estudo com ovinos da utilização da matéria seca, cálcio e fósforo de rações contendo farelo de algodão, levedura de cana-de-açúcar ou uréia.** 1990. 49p. Monografia (Graduação em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Jaboticabal.

ØRSKOV, E. R. **Protein nutrition in ruminants.** 2.ed. London: Academic, 1992. 175p.

OWENS, F. N.; BERGEN, W. B. Nitrogen metabolism of ruminant animals. Historical perspective, current understanding and future implications. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 57, suppl. 2, p. 498-518, 1983.

OWENS, F. N.; ZINN, R. Metabolismo de la proteína en los rumiantes. In: CHURCH, D. C. **El rumiante: fisiología digestiva Y nutrición.** Zaragoza: Acribia, 1988. p.255-281.

OWENS, F. N. et al. Slow ammonia release from urea: rumen and metabolism studies. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 50, n. 3, p. 527-531, Mar. 1980.

PARRÉ, C. **Utilização da uréia e da zeolita na alimentação de ovinos.** 1995. 96p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Jaboticabal.

PEREIRA, A. M. et al. Influência da fonte de proteína da dieta total sobre o desempenho de vacas holandesas em lactação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 3, p. 773-781, mar. 2000.

REDDY, P. K.; RAO, S. B.; PRASAD, D. A. Development and evaluation of extruded deoiled salseed meal urea products (salurea-50 and salurea-70) in vitro and in vivo methods. **Indian Journal of Animal Science**, New Delhi, v. 51, n. 6, p. 604-610, June 1981.

REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. de A.; PEREIRA, J. R. A. A suplementação como estratégia de manejo de pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 13., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba:FEALQ, 1997, p. 123-150.

REMOND, D. et al. Net transfer of urea and ammonia across the ruminal wall of sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 10, p. 2785-2792, Oct. 1993.

RENNÓ, L. N. **Produção de proteína microbiana utilizando derivados de purinas na urina, concentração plasmática de uréia e excreções de uréia e creatinina em novilhos**. 1999. 95 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

RESENDE, F. D. de. et al. Fibra em detergente neutro versus fibra em detergente ácido na formulação de dietas para ruminantes. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 24, n. 3, p. 342-350, mar. 1995.

REYNOLDS, C. K. Metabolism of nitrogen compounds by ruminants liver. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 122, n. 6, p. 1251-1255, June 1971.

RIBEIRO, K. G. **Rendimento forrageiro e valor nutritivo do capim Tifton-85 sob diferentes doses de nitrogênio e idades de rebrota, e na forma de feno em bovinos**. 2000, 107p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

RODRIGUES, A. A.; CAMPOS, O. F. de; VERNEQUE, R. S. Uréia no concentrado para bezerros desaleitados precocemente. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 13, n. 4, p. 542-546, abr. 1984.

RODRIGUES, F. M. **Níveis de uréia na dieta básica de cana-de-açúcar para novilhas leiteiras em confinamento**. 1985, 59p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

- RODRIGUES, P. H. M. et al. Digestibilidade aparente com ovinos de duas gramíneas do gênero *Cynodon* [*Cynodon dactylon* (L.) Pers]. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu:SBZ, 1998. p. 503.
- RODRIGUEZ, L. R. R. et al. Digestibilidade de rações contendo quatro níveis de concentrados em bovinos (taurinos e zebuínos) e bubalinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 4, p.844-851, abr. 1997.
- ROMNEY, D. L.; GILL, M. Intake of forages. In: GIVENS, D. I. Et al. **Forage evaluation in ruminant nutrition**. London: CAB International, 2000. p.43-62.
- ROONEY, L. M.; PFLUGFELDER, R. L. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 63, n. 5, p. 1607-1623, May 1986.
- ROSELER, D. K. et al. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen utilization by cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 2, p. 525-534, Feb. 1993
- RUSSEL, J. B. Minimização das perdas de nitrogênio pelos ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASIELIRA DE ZOOTECNIA, 29., 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992, p. 232-251.
- RUSSEL, J. B. Strategies that ruminal bacteria use to handle excess carbohydrate. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, n. 7, p. 1955-1963, July 1998.
- RUSSEL, J. B.; ONODERA, R.; HINO, T. Ruminal protein fermentation: new prespectives on previous contradictions. In: TSUDA, T.; KAWASHIMA, R. **Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants**: proceedings of the seventh international symposium on ruminant physiology. San Diego: Academi, 1991. p.681-697.
- RUSSEL, J. B.; SNIFFEN, C. J.; VAN SOEST, P. J. Effect of carbon-4 and carbon-5 volatile fatty acids on growth of mixed rumen bacteria in vitro. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 67, n. 5, p. 987-994, May 1984.

SALMAN, A. K. D. et al. Estudo do balanço nitrogenado e da digestibilidade da matéria seca e proteína de rações, para ovinos, suplementadas com amiréia, uréia ou farelo de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 179-185, jan. 1997.

SAMPAIO, A. A. M.; VIEIRA, P. de F.; BRITO, R. M. de Digestão total e parcial de nutrientes em bovinos alimentados com rações contendo levedura, uréia ou farelo de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia** Viçosa, v. 29, n. 2, p. 589-597, fev. 2000.

SAS INSTITUTE INC. **SAS User's guide: statistics**. 5.ed. Cary: NC. 1991. 1290 p.

SEIXAS, J. R. C. **Desempenho de bovinos confinados e digestibilidade aparente com ovinos recebendo amiréia, uréia ou farelo de algodão**. 1996. 73p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal.

SEIXAS, J. R. C. et al. Desempenho de bovinos confinados alimentados com dietas à base de farelo de algodão, uréia ou amiréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 2, p.432-438, fev. 1999.

SIDDONS, R. C. Et al. Nitrogen digestion and metabolism in sheep consuming diets containing contrasting forms and levels of N. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 54, n. 1, p.175-187, Jan. 1985.

SIGNORETTI, R. D. et al.. Consumo e digestibilidade aparente em bezerros da raça Holandesa alimentados com dietas contendo diferentes níveis de volumosos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 169-177, jan. 1999.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)** Viçosa: UFV, 1990. 196p.

SILVA, L. das D. F. da. **Degradabilidade ruminal da casca de soja e fontes protéicas e seus efeitos nas digestibilidades ruminal e intestinal de rações de bovinos**. 1999. 110p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal.

SILVA, L. das D. F. et al. Digestão total e parcial de alguns componentes de dietas contendo diferentes níveis de casca de soja e fontes de nitrogênio, em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 1258-1268, mar. 2002.

SILVA, R. M. N. da. et al. Uréia para vacas em lactação. 1- Consumo, digestibilidade, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 5, p.1639-1649, maio 2001.

SINCLAIR, L. A. et al. Effect of syncornizing the rate of dietary energy and nitrogen release on rumen fermentation and microbial proteins synthesis in sheep. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 120, n. 2, p. 251-263, feb. 1993.

SIQUEIRA, E. R. et al. Efeito da uréia como fonte de NNP sobre o consumo e digestibilidade em rações de ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 18., 1981, Goiânia. **Anais...** Goiânia:SBZ, 1981, p. 363.

SMITH, R. H. Synthesis of microbial nitrogen compounds in the rumen and their subsequent digestion. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 49, n. 6 p. 1604-1614, June 1979.

SNIFFEN , C. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, Nov. 1992.

SNIFFEN, C. J. et al. Nutrient requirements versus supply in the dairy cow: strategies to account for variability. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 10, p. 3160-3178, Oct. 1993.

SOUZA, V. G. de. et al. Consumo e digestibilidade de bovinos de corte recebendo dietas com diferentes níveis de uréia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. 1 CD-ROM

STACCHINI, P. F. **Efeito dos teores de uréia e do farelo de soja sobre a digestibilidade e balanço de nitrogênio em vacas leiteiras.** 1998. 67p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

STALLCUP, O. T.; DAVIS, G. V.; SHIELDS, L. Influence of dry matter and nitrogen intakes on fecal nitrogen losses in cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 58, n. 9, p. 1301-1307, Sept. 1975.

STILES, D. A. et al. Feed processing. VII. Effect of na expansion-processed mixtured of grain and urea (Starea) on nitrogen utilization in cattle and urea toxicity. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 53, n. 10, p. 1436-1447, Oct. 1970.

SUDWEEKS, E. M. et al. Assessing minimum amounts and form of roughages in ruminants diets: roughages value index system. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 53, n. 5, p. 1406-1411, May 1981.

SULTAN, J. I.; LOERCH, S. C. Effects of protein and energy supplementation of wheat strw-based diets on site of nutrient digestion and nitrogen metabolism of lambs. **Journal of Animal Science**, Champaig, v. 70, n. 7, p.2228-2234, jul. 1992.

SWINGLE, R. S.; ARAIZA, A.; URIAS, A. R. Nitrogen utilization by lambs fed wheat straw alone or with supplements contening dried poultry waste, cottonseed meal or urea. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 45, n. 6, p. 1435-1441, Jun. 1977.

TEIXEIRA, J. C. et al. Changes in blood serum, urina, and cecum parameters in rabbits fed a ration containg amirea (product of starch/urea extrusion). **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 66, suppl.1, 1988a. p. 338.

TEIXEIRA, J. C. et al. Use of amirea in rabbits as a nitrogen source in partial substitution for soybean meal. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 66, suppl.1, 1988b. p. 337-338.

TEIXEIRA, J. C. et al. Utilização da amiréia 45S (produto da extrusão amido-uréia) na alimentação de coelhos em crescimento, como fonte de nitrogênio em substituição parcial ao farelo de soja. II- Características de carcaça. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 25., 1988, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 1988c. p.73.

TEIXEIRA, J. C. et al. Utilização da amiréia 45S (produto da extrusão amido-uréia) na alimentação de coelhos em crescimento, como fonte de nitrogênio em substituição parcial ao farelo de soja. I- Desempenho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 25., 1988, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 1988d. p.64.

TEIXEIRA, J. C. et al. Degradabilidade *in situ* da proteína (nitrogênio) e taxa de degradação de diferentes fontes de proteína e misturas grãos/uréia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28., 1991, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa:SBZ, 1991. p. 200.

TEIXEIRA, J. C. et al. Utilização da amiréia-150S como suplemento nitrogenado para bovinos em sistema de pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. v.1, p. 482-484.

TEIXEIRA, J. C. et al. Cinética da digestão ruminal da amiréia 45S em vacas da raça Holandesa. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 3, p. 719-723, mar. 1999.

TEIXEIRA, J. C. et al. Aproveitamento do macho leiteiro utilizando dietas à base de amiréia 45S. II- Desempenho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 203-207, jan. 2000.

TEIXEIRA, J. C.; FALCO, J. E.; SANTOS, R. M. dos. Substituição do farelo de soja pela amiréia 45S suplementada com lisina e metionina em rações de coelhos em crescimento. I- Desempenho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1990, Campinas. **Anais...** Campinas: SBZ, 1990a. p.215.

TEIXEIRA, J. C.; FALCO, J. E.; SOARES, J. P. G. Biometria do ceco e fígado de coelhos alimentados com rações contendo amiréia 45S. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1990, Campinas. **Anais...** Campinas:SBZ, 1990b. p.217.

THOMSON, D. U.; PRESTON, R. L.; BARTLE, S. J. Influence of protein source and level on the performance, plasma urea nitrogen and carcass characteristics of finishing beef steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, suppl. 1, p.257, 1995.

TIBO, G. C. et al. Níveis de concentrado em dietas de novilhos mestiços F1 Simental x Nelore. 1. Consumo e digestibilidades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 910-920, mar. 2000.

VALADARES, R. D. F. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 1. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 1252-1258, jun. 1997a.

VALADARES, R. D. F. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentração de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 1270-1278, jun. 1997b.

VALADARES, R. D. F. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 2. Consumo, digestibilidades e balanço de compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 1259-1263, jun. 1997c.

VALADARES FILHO, S. de C. Eficiência de síntese de proteína microbiana, degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta, em bovinos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1995, p.355-388.

VAN der WALT, J. G. Nitrogen metabolism of the ruminant liver. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 44, n. 3, p. 381-403, mar. 1993.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 10, p. 3583-3597, Oct. 1991.

VANZANT, E. S. et al. Influence of level of supplementation and type of grain in supplements on intake and utilization of harvested, early-growing-season, bluestem-range forage by beef steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, n. 5, p. 1457-1468, May 1990.

VEIRA, D. M.; MACLEOD, G. K. Effects of physical form of corn and urea supplementation on the performance of male Holstein calves. **Canadian Journal of Animal Science**, Ontario, v. 60, n. 4, p. 931-936, Apr. 1980.

WILSON, G. et al. Evaluation of factors responsible for reduced voluntary intake of urea for ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 41, n. 5, p. 1431-1437, May 1975.

WILSON, J. R.; KENNEDY, P. M. Plant and animal constraints to voluntary feed intake associated with fiber characteristics and particle breakdown and passage in ruminants. **Australina Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 47, n. 1, p. 199-225, Jan. 1996.

ZANETTI, M. A. et al. Efeitos do fornecimento de mistura mineral completa e uréia sobre o aproveitamento de feno de grama-bermuda (*Cynodon dactylon* L. Pers) cv “coast cross 1”. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 4, p. 555-559, abr. 1993.

ZEOULA, L. M. et al. Valor nutritivo de rações compostas de fontes de amido e de nitrogênio com alta e baixa degradabilidade ruminal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 5, p. 1159-1167, maio 1999.

## ANEXOS

TABELA 1A	Resumo das análises de variância apresentando as fontes de variação, números de graus de liberdade (GL), valores de quadrados médios (QM) e valores de probabilidade para significância, para consumos médios de matéria seca (MS)....	91
TABELA 2A	Resumo das análises de variância apresentando as fontes de variação, números de graus de liberdade (GL), valores de quadrados médios (QM) e valores de probabilidade para significância, para consumos médios de matéria seca digestível (MSD).....	91
TABELA 3A	Resumo das análises de variância apresentando as fontes de variação, números de graus de liberdade (GL), valores de quadrados médios (QM) e valores de probabilidade para significância, para consumos médios de matéria orgânica (MO) .....	92
TABELA 4A	Resumo das análises de variância apresentando as fontes de variação, números de graus de liberdade (GL), valores de quadrados médios (QM) e valores de probabilidade para significância, para consumos médios de matéria orgânica digestível (MOD).....	92

TABELA 5A	Resumo das análises de variância apresentando as fontes de variação, números de graus de liberdade (GL), valores de quadrados médios (QM) e valores de probabilidade para significância, para consumos médios de proteína bruta (PB) ..93
TABELA 6A	Resumo das análises de variância apresentando as fontes de variação, números de graus de liberdade (GL), valores de quadrados médios (QM) e valores de probabilidade para significância, para consumos médios de proteína bruta digestível (PBD) .....93
TABELA 7A	Resumo das análises de variância apresentando as fontes de variação, números de graus de liberdade (GL), valores de quadrados médios (QM) e valores de probabilidade para significância, para consumos médios de fibra em detergente neutro (FDN).....94
TABELA 8A	Resumo das análises de variância apresentando as fontes de variação, números de graus de liberdade (GL), valores de quadrados médios (QM) e valores de probabilidade para significância, para consumos médios de fibra em detergente neutro digestível (FDND) .....94

TABELA 9A	Resumo das análises de variância apresentando as fontes de variação, números de graus de liberdade (GL), valores de quadrados médios (QM) e valores de probabilidade para significância, para consumos médios de fibra em detergente ácido (FDA).....	95
TABELA 10A	Resumo das análises de variância apresentando as fontes de variação, números de graus de liberdade (GL), valores de quadrados médios (QM) e valores de probabilidade para significância, para consumos médios de fibra em detergente ácido digestível (FDAD).....	95
TABELA 11A	Resumo das análises de variância apresentando as fontes de variação, números de graus de liberdade (GL), valores de quadrados médios (QM) e valores de probabilidade para significância, para digestibilidade da matéria seca (CDMS), da matéria orgânica e da proteína bruta (CDPB).....	96
TABELA 12A	Resumo das análises de variância apresentando as fontes de variação, números de graus de liberdade (GL), valores de quadrados médios (QM) e valores de probabilidade para significância, para digestibilidade da fibra em detergente neutro (CDFDN) e detergente ácido (CDFDA).....	96

- TABELA 13A Resumo das análises de variância apresentando as fontes de variação, números de graus de liberdade (GL), valores de quadrados médios (QM) e valores de probabilidade para significância, para a quantidade total de N ingerido (NIN), excretado via fezes (NFE) e excretado via urina (NUR) ..... 97
- TABELA 14A Resumo das análises de variância apresentando as fontes de variação, números de graus de liberdade (GL), valores de quadrados médios (QM) e valores de probabilidade para significância, para o N total absorvido (N-ABSOR), a retenção total de nitrogênio (RN-TOT) e retenção em relação ao peso metabólico dos animais (RN-PM) ..... 97
- TABELA 15A Resumo da análise de variância apresentando as fontes de variação, números de graus de liberdade (GL), valores de quadrados médios (QM) e valores de probabilidade para significância, para as proporções entre N retido em relação ao total de N ingerido (NR-ING) e em relação ao total de N absorvido (NR-ABS). ..... 98

TABELA 16A	Resumo da análise de variância apresentando as fontes de variação, números de graus de liberdade (GL), valores de quadrados médios (QM) e valores de probabilidade para significância, para as proporções entre o N excretado via fezes (NE-FEZ) e o N excretado via urina (NE-UR) em relação ao total de N excretado. ....	98
TABELA 17A	Resumo da análise de variância apresentando as fontes de variação, números de graus de liberdade (GL), valores de quadrados médios (QM) e valores de probabilidade para significância, para o nível sérico de uréia.....	99
TABELA 18A	Resumo da análise de variância apresentando as fontes de variação, números de graus de liberdade (GL), valores de quadrados médios (QM) e valores de probabilidade para significância para o estudo de regressão dos níveis séricos de uréia em relação ao tempo de colheita.....	99

TABELA 1A. Resumo da análise de variância apresentando as fontes de variação, números de graus de liberdade (GL), valores de quadrados médios (QM) e valores de probabilidade para significância, para consumos médios de matéria seca (MS).

Fontes de variação	GL	g. dia <sup>-1</sup>		% Peso vivo		g. kg <sup>-1</sup> PV <sup>0,75</sup> .dia <sup>-1</sup>	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamento (T)	3	17.679,02	0,3339	0,1069	0,2065	68,438	0,1910
Período (P)	1	184.021,21	0,0017	1,0805	0,0004	699,474	0,0003
T x P	3	24.897,37	0,1982	0,0895	0,2751	64,935	0,2098
Resíduo	24	14.833,43		0,0652		39,954	

TABELA 2A. Resumo da análise de variância apresentando as fontes de variação, números de graus de liberdade (GL), valores de quadrados médios (QM) e valores de probabilidade para significância, para consumos médios de matéria seca digestível (MSD).

Fontes de variação	GL	g. dia <sup>-1</sup>		% Peso vivo		g. kg <sup>-1</sup> PV <sup>0,75</sup> .dia <sup>-1</sup>	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamento (T)	3	5.226,82	0,4310	0,0312	0,3145	20,2793	0,2977
Período (P)	1	43.719,25	0,0094	0,2683	0,0032	169,9246	0,0030
T x P	3	5.711,70	0,3924	0,0204	0,4991	14,1960	0,4512
Resíduo	24	5.486,97		0,0250		15,6128	

TABELA 3A. Resumo da análise de variância apresentando as fontes de variação, números de graus de liberdade (GL), valores de quadrados médios (QM) e valores de probabilidade para significância, para consumos médios de matéria orgânica (MO).

Fontes de variação	GL	g. dia <sup>-1</sup>		% Peso vivo		g. kg <sup>-1</sup> PV <sup>0,75</sup> .dia <sup>-1</sup>	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamento (T)	3	15.752,12	0,3339	0,0952	0,2038	60,9685	0,1911
Período (P)	1	16.315,34	0,0017	0,9730	0,0004	622,9568	0,0003
T x P	3	22.184,86	0,1982	0,0816	0,2625	57,8247	0,2100
Resíduo	24	13.216,92		0,0576		35,6031	

TABELA 4A. Resumo da análise de variância apresentando as fontes de variação, números de graus de liberdade (GL), valores de quadrados médios (QM) e valores de probabilidade para significância, para consumos médios de matéria orgânica digestível (MOD).

Fontes de variação	GL	g. dia <sup>-1</sup>		% Peso vivo		g. kg <sup>-1</sup> PV <sup>0,75</sup> .dia <sup>-1</sup>	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamento (T)	3	4.439,26	0,4506	0,0284	0,3024	17,4331	0,3098
Período (P)	1	36.925,39	0,0111	0,2195	0,0043	144,0329	0,0036
T x P	3	5.335,47	0,3707	0,0183	0,4912	13,3498	0,4248
Resíduo	24	4.875,96		0,0221		13,8168	

TABELA 5A. Resumo da análise de variância apresentando as fontes de variação, números de graus de liberdade (GL), valores de quadrados médios (QM) e valores de probabilidade para significância, para consumos médios de proteína bruta (PB)

Fontes de variação	GL	g. dia <sup>-1</sup>		% Peso vivo		g. kg <sup>-1</sup> PV <sup>0,75</sup> .dia <sup>-1</sup>	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamento (T)	3	311,7246	0,3359	0,0019	0,2008	1,2872	0,1743
Período (P)	1	3.233,6882	0,0018	0,0195	0,0004	12,2389	0,0004
T x P	3	484,2121	0,1664	0,0015	0,2887	1,2388	0,1874
Resíduo	24	262,7772		0,0011		0,7156	

TABELA 6A. Resumo da análise de variância apresentando as fontes de variação, números de graus de liberdade (GL), valores de quadrados médios (QM) e valores de probabilidade para significância, para consumos médios de proteína bruta digestível (PBD).

Fontes de variação	GL	g. dia <sup>-1</sup>		% Peso vivo		g. kg <sup>-1</sup> PV <sup>0,75</sup> .dia <sup>-1</sup>	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamento (T)	3	173,8589	0,3871	0,0012	0,2104	0,7152	0,2136
Período (P)	1	1.629,2059	0,0044	0,0102	0,0010	6,2128	0,0010
T x P	3	253,0958	0,2314	0,0011	0,2499	0,6839	0,2304
Resíduo	24	165,0197		0,0007		0,4447	

TABELA 7A. Resumo da análise de variância apresentando as fontes de variação, números de graus de liberdade (GL), valores de quadrados médios (QM) e valores de probabilidade para significância, para consumos médios de fibra em detergente neutro (FDN)

Fontes de variação	GL	g. dia <sup>-1</sup>		% Peso vivo		g. kg <sup>-1</sup> PV <sup>0,75</sup> .dia <sup>-1</sup>	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamento (T)	3	12.088,47	0,3557	0,0745	0,2275	47,3761	0,2194
Período (P)	1	118.076,13	0,0028	0,7051	0,0008	450,6002	0,0007
T x P	3	17.833,96	0,1997	0,0655	0,2808	46,9185	0,2230
Resíduo	24	10.671,87		0,0481		29,9206	

TABELA 8A. Resumo da análise de variância apresentando as fontes de variação, números de graus de liberdade (GL), valores de quadrados médios (QM) e valores de probabilidade para significância, para consumos médios de fibra em detergente neutro digestível (FDND)

Fontes de variação	GL	g. dia <sup>-1</sup>		% Peso vivo		g. kg <sup>-1</sup> PV <sup>0,75</sup> .dia <sup>-1</sup>	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamento (T)	3	4.809,98	0,4109	0,0290	0,3021	18,6417	0,2919
Período (P)	1	48.036,83	0,0043	0,2831	0,0017	183,6486	0,0014
T x P	3	5.180,52	0,3786	0,0181	0,5045	13,2645	0,4380
Resíduo	24	4.821,81		0,0225		14,1516	

TABELA 9A. Resumo da análise de variância apresentando as fontes de variação, números de graus de liberdade (GL), valores de quadrados médios (QM) e valores de probabilidade para significância, para consumos médios de fibra em detergente ácido (FDA)

Fontes de variação	GL	g. dia <sup>-1</sup>		% Peso vivo		g. kg <sup>-1</sup> PV <sup>0,75</sup> .dia <sup>-1</sup>	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamento (T)	3	3.032,583	0,3729	0,0190	0,2576	11,8688	0,2513
Período (P)	1	27.607,800	0,0044	0,1668	0,0016	106,3976	0,0014
T x P	3	5.019,171	0,1738	0,0202	0,2323	13,5781	0,2007
Resíduo	24	2.785,731		0,0132		8,1471	

TABELA 10A. Resumo da análise de variância apresentando as fontes de variação, números de graus de liberdade (GL), valores de quadrados médios (QM) e valores de probabilidade para significância, para consumos médios de fibra em detergente ácido digestível (FDAD)

Fontes de variação	GL	g. dia <sup>-1</sup>		% Peso vivo		g. kg <sup>-1</sup> PV <sup>0,75</sup> .dia <sup>-1</sup>	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamento (T)	3	996,4681	0,4729	0,00547	0,4788	3,8170	0,4195
Período (P)	1	6.330,3752	0,0277	0,04061	0,0190	25,6686	0,0170
T x P	3	99,1635	0,9670	0,00004	0,9994	0,0726	0,9964
Resíduo	24	1.152,5196		0,00641		3,9027	

TABELA 11A. Resumo da análise de variância apresentando as fontes de variação, números de graus de liberdade (GL), valores de quadrados médios (QM) e valores de probabilidade para significância, para a digestibilidade da matéria (CDMS), da matéria orgânica (CDMO) e da proteína bruta (CDPB)

Fontes de variação	GL	CDMS		CDMO		CDPB	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamento (T)	3	3,8030	0,7132	4,0419	0,6799	0,0475	0,9986
Período (P)	1	11,8706	0,2428	20,1454	0,1244	3,1313	0,4230
T x P	3	1,5011	0,9080	0,5944	0,9729	6,3103	0,2851
Resíduo	24	8,2781		7,9432		4,7118	

TABELA 12A. Resumo da análise de variância apresentando as fontes de variação, números de graus de liberdade (GL), valores de quadrados médios (QM) e valores de probabilidade para significância, para consumos médios de fibra em detergente neutro (CDFDN) e detergente ácido (CDFDA)

Fontes de variação	GL	CDFDN		CDFDA	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamento (T)	3	1,4491	0,9392	80,2316	0,1140
Período (P)	1	1,4965	0,7138	0,0015	0,9949
T x P	3	0,6622	0,9798	64,4528	0,1801
Resíduo	24	10,8632		36,4481	

TABELA 13A. Resumo da análise de variância apresentando as fontes de variação, números de graus de liberdade (GL), valores de quadrados médios (QM) e valores de probabilidade para significância, para a quantidade total de N ingerido (NIN), excretado via fezes (NFE) e excretado via urina (NUR).

Fontes de variação	GL	NIN		NFE		NUR	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamento (T)	3	8,0049	0,3347	0,5139	0,3772	8,5132	0,1156
Período (P)	1	82,7863	0,0018	7,8408	0,0005	45,1725	0,0023
T x P	3	12,4002	0,1664	1,2104	0,0804	11,5258	0,0524
Resíduo	24	6,7292		0,4767		3,8908	

TABELA 15A. Resumo da análise de variância apresentando as fontes de variação, números de graus de liberdade (GL), valores de quadrados médios (QM) e valores de probabilidade para significância, para o N total absorvido (N-ABSOR), a retenção total de nitrogênio (RN-TOT) e retenção em relação ao peso metabólico dos animais (RN-PM).

Fontes de variação	GL	N-ABSOR		RN-TOT		RN-PM	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamento (T)	3	4,6321	0,3674	3,3157	0,4440	10.829,03	0,4460
Período (P)	1	39,6273	0,0052	0,1845	0,8225	105,82	0,9252
T x P	3	6,5098	0,2275	4,0989	0,3519	13.502,91	0,3501
Resíduo	24	4,2009		3,5866		11.767,12	

TABELA 16A. Resumo da análise de variância apresentando as fontes de variação, números de graus de liberdade (GL), valores de quadrados médios (QM) e valores de probabilidade para significância, para as proporções entre N retido em relação ao total de N ingerido (NR-ING) e em relação ao total de N absorvido (NR-ABS).

Fontes de variação	GL	NR-ING		NR-ABS	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamento (T)	3	102,9954	0,3534	191,5758	0,3331
Período (P)	1	122,5004	0,2559	212,1285	0,2615
T x P	3	157,2777	0,1858	269,0571	0,1985
Resíduo	24	90,4324		160,4282	

TABELA 17A. Resumo da análise de variância apresentando as fontes de variação, números de graus de liberdade (GL), valores de quadrados médios (QM) e valores de probabilidade para significância, para as proporções entre o N excretado via fezes (NE-FEZ) e o N excretado via urina (NE-UR) em relação ao total de N excretado.

Fontes de variação	GL	NE-FEZ		NE-UR	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamento (T)	3	25,0536	0,1306	25,0536	0,1306
Período (P)	1	3,6383	0,5884	3,6383	0,5884
T x P	3	6,1569	0,6798	6,1569	0,6798
Resíduo	24	12,0933		12,0933	

TABELA 18A. Resumo da análise de variância apresentando as fontes de variação, números de graus de liberdade (GL), valores de quadrados médios (QM) e valores de probabilidade para significância, para o nível sérico de uréia.

Fontes de variação	GL	QM	Pr > F
Tratamento (T)	3	73,3611	0,3370
Período (P)	1	348,9190	0,0260
T x P	3	41,7258	0,5700
Resíduo <b>a</b>	24	61,9966	
Tempo (Te)	3	408,7281	0,0000
T x Te	9	8,4004	0,9393
P x Te	3	8,0104	0,7777
T x P x Te	9	14,8437	0,7261
Resíduo <b>b</b>	72	21,8924	

TABELA 19A. Resumo da análise de variância apresentando as fontes de variação, números de graus de liberdade (GL), valores de quadrados médios (QM) e valores de probabilidade para significância para o estudo de regressão dos níveis séricos de uréia em relação ao tempo de colheita.

Fontes de variação	GL	QM	Pr > F
Regressão Linear	1	13,7285	0,4310
Regressão Quadrática	1	1.108,5878	0,0000
Desvio de Regressão	1	103,8689	0,0330
Resíduo	72	21,8924	