



**ISABEL MARTINELE CORRÊA**

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE RAÇÕES  
PELETIZADAS CONTENDO “FARELO DE  
BATATA DIVERSA” E UREIA**

**LAVRAS - MG**

**2012**

**ISABEL MARTINELE CORRÊA**

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE RAÇÕES PELETIZADAS  
CONTENDO “FARELO DE BATATA DIVERSA” E UREIA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para a obtenção do título de Doutor.

Orientador

Dr. Paulo César de Aguiar Paiva

**LAVRAS - MG**

**2012**

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

Corrêa, Isabel Martinele.

Avaliação nutricional de rações peletizadas contendo “farelo de batata diversa” e uréia / Isabel Martinele Corrêa. – Lavras : UFLA, 2012.

107 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2012.

Orientador: Paulo César de Aguiar Paiva.

Bibliografia.

1. Ruminantes. 2. Alimentos alternativos. 3. Peletização. 4. Nitrogênio não protéico. 5. Ovinos. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 636.208557

**ISABEL MARTINELE CORRÊA**

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE RAÇÕES PELETIZADAS  
CONTENDO “FARELO DE BATATA DIVERSA” E UREIA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 01 de junho de 2012.

Dr. Adauto Ferreira Barcelos	EPAMIG/CTSM
Dr. Juan Ramon Olalquiaga Perez	UFLA
Dra. Marta Tavares D'Agosto	UFJF
Dr. Roberto Maciel Cardoso	UFLA

Dr. Paulo César de Aguiar Paiva  
Orientador

**LAVRAS – MG**

**2012**

*À minha querida Tia Fátima, exemplo de dedicação, amor e desprendimento,*

DEDICO.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

Ao CNPq, pelo financiamento concedido ao projeto (Processo: 472606/2008 5) e à Capes pela cessão da bolsa de estudo.

Ao Professor Dr. Paulo César de Aguiar Paiva, por acreditar que o conhecimento e a pesquisa transcendem as áreas do conhecimento, confiando-me a sua orientação.

Ao Dr. Pedro Braga Arcuri, Embrapa-CNPGL, por incentivar-me a ingressar neste curso; e por ministrar a disciplina de Microbiologia do Rúmen, cujo conteúdo ampliou os conhecimentos que adquiri durante o doutoramento.

À Associação dos Bataticultores do Sul de Minas Gerais- ABASMIG, representada por seu secretário executivo, Sr. José Daniel R. Ribeiro, sempre atendeu com presteza, fornecendo a matéria prima. À minha querida Tia Fátima, por acreditar em mim e prover os recursos que subsidiaram o começo no doutoramento.

Ao meu amado Arthur, que sempre esteve presente e atuante no experimento, conferindo além da colaboração técnica, apoio e incentivo.

Às graduandas do curso de Zootecnia da UFLA, Ludhiana, Marina, Érica, Lailla e em especial Juliana; agradeço pela indispensável contribuição na tarefa do manejo diário e pela dedicação demonstrada no período experimental.

À Profª. Dra. Maria Ignez Leão, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, por deslocar-se a Lavras para realizar a cirurgia de fistulação dos animais.

Ao Professor Dr. Juan Ramón Olalquiaga Pérez, por sua colaboração e contribuições.

Aos funcionários da Fábrica de Ração do DZO, Borges e Leandro, cujas extremas paciência e perseverança foram preciosas para que conseguíssemos obter os *pellets*.

Aos técnicos e funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, pelo apoio nas análises laboratoriais.

À EMBRAPA Gado de leite, em especial ao Dr. Fernando César Ferraz Lopez, por viabilizar a realização das análises de AGVs e inestimável colaboração nas análises estatísticas. Agradeço também ao Dr. Jailton Carneiro, pelas sugestões no delineamento do ensaio de degradabilidade ruminal.

À Profa. Dra. Marta D'Agosto, do Laboratório de Protozoologia, Universidade Federal de Juiz de Fora, por viabilizar e confiar a participação da aluna de iniciação científica, Franciane, que auxiliou nas coletas e análises de protozoários ruminais.

À família Antonucci, por fornecerem as análises de N-ureico plasmático, realizadas pelo Laboratório Antonucci, município de Conselheiro Lafaiete.

À doutoranda Isis Amaral, pela amizade e participação nas análises bromatológicas.

Ao mestrando Thiago Castro, por sua colaboração e à Profa Dra. Nadja Gomes, por cederem espaço para a armazenagem das amostras.

À Profa Dra. Juliane Floriano Lopes Santos, pela colaboração na análise estatística realizada para os protozoários ruminais.

À família, aos amigos, professores e funcionários, peço desculpas pela coletividade na citação, mas agradeço por termos compartilhado momentos que levaram a esta realização. A todos, o meu carinho e eterna gratidão.

Por fim, agradeço a Deus, por todas estas pessoas, as que ajudaram a fazer dos obstáculos, um trabalho realizado.

## RESUMO

Objetivou-se com este trabalho desenvolver um produto à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia e avaliar seus efeitos sobre a digestibilidade *in vivo* da MS e PB, consumo, comportamento animal, balanço de nitrogênio, parâmetros ruminais e sanguíneos, digestibilidade *in vitro* e degradabilidade da MS. Quatro ovinos fistulados no rúmen foram distribuídos em quadrado latino 4x4, com períodos de 21 dias, sendo 14 dias de adaptação e sete para determinação da ingestão de matéria seca e amostragem. Os animais receberam feno de Tifton 85 e quatro tratamentos à base de farelo de batata misturado a outros ingredientes, acrescidos de 0, 4, 8 e 12% de ureia. A avaliação comportamental foi feita em intervalos de 10 minutos, por 24 horas a cada período, totalizando 96 horas de observação/animal/tratamento. As variáveis estudadas foram analisadas por diferentes procedimentos do pacote estatístico SAS versão 9.0, considerando o nível de 5% de significância. A digestibilidade da MS apresentou comportamento linear com a adição de ureia ( $P = 0,02$ ) e a da proteína quadrático ( $P = 0,01$ ), sendo os valores obtidos, respectivamente: 49,5 e 53; 64,2 e 77,6; 59,5 e 75,35; 66,2 e 79,18; para os níveis de 0, 4, 8 ou 12% de ureia. O balanço de N foi positivo em todos os tratamentos, sendo o N absorvido positivamente correlacionado à digestibilidade da MS ( $r^2=0,74$ ;  $P=0,0009$ ) e da PB ( $r^2=0,85$ ;  $P=0,0001$ ), enquanto que o N fecal apresentou correlação negativa com a digestibilidade da MS ( $r^2=0,78$ ;  $P=0,0004$ ) e da PB ( $r^2=0,92$ ;  $P=0,0001$ ). A DIVMS diferiu entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ), apresentando valores de 92,06; 96,29; 96,42 e 95,87%, respectivamente, para os níveis de 0, 4, 8 e 12% de ureia. A concentração de N ureico no plasma foi de 15,2; 35,1; 34,1 e 46,3 mg/dL nos tratamentos com 0, 4, 8 e 12% de ureia, diferindo entre tratamentos e tempo de amostragem ( $P < 0,05$ ). A taxa de degradação da fração “b” e a degradabilidade efetiva considerando taxas de passagem no rúmen de 2, 5 e 8%/h foi influenciada pelo nível de ureia no *pellet* ( $P < 0,05$ ). Os demais parâmetros avaliados não foram afetados pelos tratamentos avaliados ( $P > 0,05$ ). Como suplemento alimentar único para o feno de Tifton na dieta de ovinos, recomenda-se o uso de farelo de batata peletizado com 4% de ureia.

Palavras-chave: Alimentos alternativos. Ovinos. Nitrogênio não-proteico. Peletização. Ruminantes.

## ABSTRACT

The objective was to develop a product based on “miscellaneous potato meal” pellet with urea and evaluate their effects on intake and *in vivo* digestibility of DM and CP, animal behavior, nitrogen balance, ruminal and blood parameters, *in vitro* digestibility and degradability of DM. Four rumen fistulated sheep were distributed in a 4x4 Latin square with periods of 21 days, 14 days for adaptation and seven days to determine DM intake and sampling. The animals were fed hay Tifton 85. Four treatments based on potato meal mixed with other ingredients, plus 0, 4, 8 and 12% urea were used. The behavioral assessments were made at 10 minutes intervals for 24 hours each time, in a total of 96 hours of observation / animal / treatment. The variables were analyzed by different procedures of SAS statistical software version 9.0, considering the 5% level of significance. DM digestibility showed a linear response with the addition of urea ( $P = 0.02$ ) protein and quadratic ( $P = 0.01$ ). The values obtained, respectively: 49.5 and 53, 64.2 and 77.6, 59.5 and 75.35, 66.2 and 79.18; at levels of 0, 4, 8 and 12% of urea. The N balance was positive in all treatments, with N uptake positively correlated with DM digestibility ( $r^2 = 0.74$ ,  $P = 0.0009$ ) and PB ( $r^2 = 0.85$ ,  $P = 0.0001$ ), while the fecal N was negatively correlated with DM digestibility ( $r^2 = 0.78$ ,  $P = 0.0004$ ) and PB ( $r^2 = 0.92$ ,  $P = 0.0001$ ). The IVDDM differed between treatments ( $P < 0.05$ ), with values of 92.06, 96.29, 96.42 and 95.87% respectively to levels of 0, 4, 8 and 12% urea. The N concentration of urea in plasma was 15.2, 35.1, 34.1 and 46.3 mg/dL in the treatments of 0, 4, 8 and 12% urea, differing treatments and sampling time ( $P < 0.05$ ). The degradation rate of fraction "b" and considering effective degradability in the rumen passage rates of 2, 5 and 8% / h were influenced by the level of urea in the pellet ( $P < 0.05$ ). Other parameters were not affected by treatments ( $P > 0.05$ ). As a dietary supplement for the single Tifton hay diet sheep, it is recommended treatment where the “miscellaneous potato meal” pellet with 4% urea.

Keywords: Alternative feeds. Nonprotein nitrogen. Pelletization. Ruminants. Sheep.

## LISTA DE ABREVIATURAS

DIVMS	Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca
EE	Extrato etéreo
FDN	Fibra em detergente neutro
FDA	Fibra em detergente ácido
MS	Matéria seca
MM	Matéria mineral
MO	Matéria orgânica
N	Nitrogênio
PB	Proteína bruta

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	pH ruminal de ovinos alimentados com rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia.....	72
Gráfico 2	Concentração molar dos ácidos graxos voláteis totais ( $\mu\text{MOL}/\text{mL}$ ) no fluido ruminal de ovinos alimentados com rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia .....	74
Gráfico 3	Concentração de N ureico no plasma ( $\text{mg}/\text{dL}$ ) de ovinos alimentados com rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia .....	89

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Consumo de MS, MO, FDN e FDA e respectivos coeficientes de digestibilidade aparente, de ovinos alimentados com feno de <i>Coastcross</i> e amiréias .....	29
Tabela 2	Balanço de nitrogênio (%) em ruminantes, alimentados com diferentes dietas .....	31
Tabela 3	Degradabilidade efetiva (DE), potencial (DP), fração solúvel (a) e taxa de degradação (c) da matéria seca nos diferentes tratamentos .....	41
Tabela 4	Parâmetros cinéticos da degradação ruminal <i>in situ</i> da matéria seca da silagem de polpa de batata tratada ou não com 0,5% de ureia .....	43
Tabela 5	Percentual dos ingredientes utilizados na formulação de rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com níveis de ureia .....	48
Tabela 6	Percentuais de matéria seca (MS), matéria mineral (MN), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e extrato etéreo, de dietas à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia .....	48
Tabela 7	Composição das dietas experimentais (% MS) .....	50
Tabela 8	Percentuais de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), minerais, fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE) e extrato não nitrogenado (ENN) de “batata diversa” ralada (BR) e “batata diversa” ralada e prensada (BRP) .....	60
Tabela 9	Digestibilidade <i>in vivo</i> (DMS) e consumo de matéria seca (CMS) em ovinos alimentados com feno de Tifton 85 e rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia .....	63
Tabela 10	Digestibilidade <i>in vivo</i> (DPB) e consumo de proteína bruta (CPB) em ovinos alimentados com feno de Tifton 85 e rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia .....	64
Tabela 11	Consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) em ovinos alimentados com feno de Tifton 85 e rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia .....	65
Tabela 12	Frequência (%) das atividades comportamentais observadas em ovinos alimentados com rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia .....	66
Tabela 13	Balanço aparente de nitrogênio (N) em ovinos alimentados com rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia .....	68
Tabela 14	pH do líquido ruminal de ovinos alimentados com rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia .....	71

Tabela 15	Concentração molar dos ácidos graxos voláteis totais ( $\mu\text{MOL}/\text{mL}$ ) no fluido ruminal de ovinos alimentados com rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia .....	73
Tabela 16	Concentração molar de acetato ( $\mu\text{MOL}/\text{mL}$ ) no fluido ruminal de ovinos alimentados com rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia .....	75
Tabela 17	Proporção molar de acetato (% do AGV total) no fluido ruminal de ovinos alimentados com rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia .....	76
Tabela 18	Concentração molar de propionato ( $\mu\text{MOL}/\text{mL}$ ) no fluido ruminal de ovinos alimentados com rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia .....	77
Tabela 19	Proporção molar de propionato (% do AGV total) no fluido ruminal de ovinos alimentados com rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia .....	78
Tabela 20	Concentração molar de butirato ( $\mu\text{MOL}/\text{mL}$ ) no fluido ruminal de ovinos alimentados com rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia .....	79
Tabela 21	Proporção molar de butirato (% do AGV total) no fluido ruminal de ovinos alimentados com rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia .....	81
Tabela 22	Relação acetato: propionato no fluido ruminal ( $\mu\text{MOL}/\text{mL}$ ) de ovinos alimentados com rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia .....	82
Tabela 23	Densidade média de protozoários ciliados/mL de conteúdo ruminal ( $\times 10^4$ ) em ovinos alimentados com rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia .....	84
Tabela 24	Concentração de N ureico (mg/dL) no plasma de ovinos alimentados com rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia.....	87
Tabela 25	Parâmetros de degradação ruminal <i>in situ</i> da matéria seca de rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com níveis crescentes de ureia (%).....	90
Tabela 26	Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (%), de rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia .....	92

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	OBJETIVOS.....	17
2.1	Objetivo geral.....	17
2.2	Objetivos específicos.....	17
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
3.1	Processo de peletização.....	21
3.2	Utilização de nitrogênio não proteico na alimentação de ruminantes.....	25
3.3	Consumo e digestibilidade aparente.....	28
3.4	Balanço de nitrogênio, parâmetros ruminais e sanguíneos.....	31
3.5	Protozoários ruminais.....	35
3.6	Outros parâmetros.....	39
3.7	Degradabilidade ruminal <i>in situ</i> .....	40
3.8	Digestibilidade <i>In Vitro</i> .....	44
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	46
4.1	Obtenção do farelo de batata e preparação dos <i>pellets</i> .....	46
4.2	Tratamentos.....	47
4.3	Animais.....	48
4.4	Ensaio de digestibilidade <i>in vivo</i> .....	49
4.5	Aspectos comportamentais.....	50
4.6	Parâmetros ruminais e sanguíneos.....	51
4.7	Análises Laboratoriais.....	53
4.8	Análise estatística.....	53
4.9	Ensaio de degradabilidade ruminal.....	55
4.10	Ensaio de digestibilidade <i>in vitro</i> .....	57
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
5.1	Ensaio de digestibilidade <i>in vivo</i> .....	60
5.1.1	Consumo e digestibilidade.....	60
5.1.2	Aspectos comportamentais.....	66
5.1.3	Balanço de nitrogênio.....	67
5.1.4	Parâmetros sanguíneos e ruminais.....	70
5.1.4.1	pH ruminal.....	70
5.1.4.2	Ácidos graxos voláteis.....	72
5.1.4.3	Acetato.....	74
5.1.4.4	Propionato.....	77
5.1.4.5	Butirato.....	79
5.1.4.6	Acetato: propionato.....	81
5.1.4.7	Protozoários ciliados.....	83
5.1.4.8	Nitrogênio ureico plasmático.....	86

5.2	<b>Degradabilidade ruminal</b> .....	89
5.3	<b>Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca</b> .....	92
5.4	<b>Considerações finais</b> .....	95
6	<b>CONCLUSÃO</b> .....	96
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	97

## 1 INTRODUÇÃO

Em sistemas de produção animal, a alimentação constitui-se na maior parte do custo de produção, e por isso, é o principal fator relacionado ao êxito financeiro do empreendimento. Com o propósito de minimizar os custos com a alimentação sem diminuir o desempenho dos animais, tem-se buscado a utilização de resíduos agroindustriais ou alimentos alternativos que permitam maior flexibilidade para a formulação de dietas de custo mínimo.

Desse modo, um grande número de subprodutos da indústria de alimentos e da agricultura já está sendo utilizado na alimentação dos animais, e o resíduo da batata surge com grande potencial, mas que ainda precisa ser mais bem estudado.

Segundo a associação dos bataticultores de Minas Gerais, a quantidade de batata que não atinge padrões para a comercialização devido à seleção, danos provocados pela colheita ou beneficiamento chegam a 20% do total produzido.

Assim, é importante criar alternativas de utilização deste resíduo de batata. Uma delas seria avaliar formas de armazenamento e/ou beneficiamento, visando sua utilização na alimentação de animais ruminantes. Ferko et al. (1998) mostraram vários pontos de perda de batata durante o processo de industrialização. Segundo esses autores, existem diferentes formas de processamento dessas perdas para uso na alimentação animal, incluindo o farelo de batata “diversa”, o qual é obtido a partir de tubérculos impróprios para a comercialização que são desidratados e moídos (REZENDE et al., 2007).

A peletização é uma tecnologia bastante difundida e utilizada nas fábricas de rações. Neste processo, a mistura é submetida ao calor através de contato com o vapor saturado e a umidade proveniente da condensação deste. Neste processo, ocorre a gelatinização do amido, aumentando a disponibilidade deste carboidrato.

A melhor maneira de utilização da batata na alimentação animal deverá ser então aquela em que se utiliza alguma forma de conservação e, nesse

contexto, a peletização torna-se uma alternativa viável. O processo de peletização, além de promover a gelatinização do amido, elimina microrganismos contaminantes, possibilita a adição de outros ingredientes no *pellet*, aumenta o tempo de estocagem e facilita o transporte e armazenamento.

Ainda, a peletização possibilita a inclusão de ureia em rações, maximizando a sua utilização por ruminantes, mediante a sincronização entre a liberação de amônia no rúmen e a oferta de esqueletos de carbono advinda da degradação de carboidratos (KOZLOSKI et al., 2009). Nesse propósito, a peletização do amido com a ureia, deverá aumentar a velocidade de fermentação do amido no rúmen e reduzir a intensidade da liberação de amônia oriunda da ureia, favorecendo a síntese de proteína microbiana (SALVADOR et al., 2004).

A peletização modifica as condições físico-químicas e microbiológicas da ração, sendo os principais aspectos qualitativos normalmente avaliados: Dureza, resistência ao desgaste (durabilidade); densidade; peso específico; aparência; aspectos organolépticos (cor, sabor, cheiro); dimensões (comprimento, diâmetro); temperatura e umidade; percentual de finos; redução microbiológica e valor nutricional.

Considerando a quantidade de resíduos gerados na cadeia produtiva da batata no estado de Minas Gerais, e os benefícios econômicos e ambientais gerados por seu aproveitamento, torna-se imprescindível a formulação de um produto comercial a partir deste resíduo e sua avaliação técnico-científica, para que seja possível sua recomendação em rebanhos comerciais e fábricas de ração e, inclusive, solicitar o registro de patente.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Peletizar o “farelo de batata diversa” e produzir um *pellet* de qualidade nutricional visando um produto comercial para ruminantes.

### 2.2 Objetivos específicos

- a) determinar o melhor nível de ureia na ração com “farelo de batata diversa”;
- b) avaliar o efeito dos diferentes níveis de ureia na ração peletizada à base de “farelo de batata diversa” sobre a digestibilidade *in vivo*, balanço de nitrogênio e consumo; degradabilidade da matéria seca e digestibilidade *in vitro*;
- c) avaliar o efeito desses níveis sobre o pH ruminal, ácidos graxos voláteis, protozoários e nitrogênio ureico plasmático.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é originária dos Andes peruanos e bolivianos onde é cultivada há mais de 7.000 anos e sua difusão para o Brasil e outros continentes ocorreu através da colonização europeia. Atualmente, representa, no Brasil, a maior parte das plantas cultivadas com caule subterrâneo (BALSALOBRE, 1995).

As principais regiões brasileiras produtoras de batata são o Sul e Sudeste, sendo os Estados de Minas Gerais, Paraná, São Paulo, Rio Grande do Sul e Santa Catarina os maiores produtores. Minas Gerais é líder nacional em produção e produtividade, respondendo por cerca de 30% da produção nacional, com uma produtividade de 29,0 ton/ha (INSTITUTO BRASILEIRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - IBGE, 2010). Neste contexto, destacam-se as regiões Sul de Minas e o Alto Paranaíba, que representam cerca de 90% da produção do estado. Em seguida, vem o Estado de São Paulo com 24% e o Estado do Paraná com 22% do total produzido.

O ciclo vegetativo da cultura da batata varia de 90 a 120 dias dependendo da cultivar, do clima e do solo. No Brasil, é possível fazer até três plantios ao ano, sendo a produção concentrada em três safras distintas, distribuídas da seguinte forma:

- a) safra das águas: colheita entre os meses de dezembro a março; com 52% da produção total;
- b) safra da seca: colheita de abril a julho e responde por 30% do total;
- c) safra de inverno: colheita de agosto a novembro. Participa com 18% do abastecimento nacional.

Embora o preço médio corrente da saca de 50 kg esteja crescendo desde 1994, quando o valor médio era de R\$14,45 contra R\$41,09 no ano de 2010 (IBGE, 2010); a atividade por vezes, não tem trazido o retorno econômico esperado pelo produtor, por vários motivos, dentre os quais:

- a) concentração da quantidade ofertada: estima-se que 53% do fornecimento no mercado interno se concentre nos meses de dezembro a fevereiro;
- b) quantidade ofertada superior à demanda: enquanto em dez anos a produção cresceu 9%, o consumo caiu 8%;
- c) consumo regionalizado: o consumo per capita na Região Sudeste está estimado em 13 kg enquanto que, na Região Nordeste é de apenas 5,5 kg;
- d) produto perecível: requer comercialização rápida, estreitando a sazonalidade;
- e) padronização do produto: heterogeneidade na classificação bem como resistência dos segmentos varejistas na adoção de novas estratégias de comercialização.

Devido estas razões, milhares de toneladas de batata que não conseguem ser comercializadas são descartadas. Ainda, quantidades consideráveis deste produto que não alcançam os padrões comerciais desejáveis, constituindo a chamada batata diversa, são igualmente descartadas. Do montante que é comercializado e destinado à indústria alimentícia, aproximadamente 35% é perdido na forma de resíduos gerados pelo processamento deste tubérculo (TAWILA; OMER; GAD, 2008).

Desta forma, ao longo da dinâmica da cadeia produtiva da batata, consideráveis quantias do produto ou de seus resíduos são descartadas e necessitam de tratamento adequado que vise o seu aproveitamento. Neste contexto, a sua utilização na alimentação animal implica numa alternativa para tal problemática, sendo desejável e necessária.

A batata é um tubérculo cujo conteúdo de amido varia entre 57,6 e 71,4%, sendo esta variação dependente do tipo de cultivar (FELTRAN; LEMOS; VIEITES, 2004). O conteúdo de amilose é de 200 g/Kg<sup>-1</sup> e a temperatura em que se gelatiniza é de 64 °C, enquanto o trigo e milho apresentam respectivamente, 250 g Kg<sup>-1</sup> e 77 °C; 250 g Kg<sup>-1</sup> e 80 °C (THOMAS; VLIET; POE, 1998). Os tubérculos apresentam alta energia digestível, de forma que sua utilização na alimentação de ruminantes está em função da energia fornecida pelo amido. Entretanto, Friedman (1996) destaca que a batata, além de fonte de hidratos de carbono, constitui-se em fonte de proteína de alta qualidade, pois embora contenham apenas cerca de 2% de proteína na matéria natural, este valor aumenta para cerca de 10% quando analisada com base na matéria seca, sendo este valor igual à da maioria dos cereais, tais como arroz ou trigo.

Segundo Lardy e Anderson (2003), a batata pode ser utilizada na alimentação de ruminantes *in natura* ou processada, na forma de silagens, quando é misturada a outros ingredientes para redução do teor de umidade. Estes autores recomendam que ao introduzir batatas na dieta de ruminantes, que este processo seja gradual, de modo a evitar distúrbios digestivos. Quando os tubérculos estão germinando, recomenda-se que os brotos sejam removidos antes da alimentação, devido à presença de compostos alcaloides tóxicos.

Caracteriza-se ainda, por apresentar um tecido dermal (casca) com pouco volume gasoso intercelular (0,5 a 1,0% v/v) e alta firmeza (CALBO; NERY, 1994), estas propriedades conferem certa proteção à perda de água, entretanto, tornam susceptível a injúrias de impacto e abrasão. Ainda, trata-se de

um produto altamente perecível com reduzido tempo de armazenamento *in natura*, deteriorando-se muito rapidamente principalmente em ambientes quentes, o que acarreta na dificuldade em manter a estabilidade do alimento na dieta dos animais (BALSALOBRE, 1995).

Church (1991) apresentou várias perdas de batata durante o processo de industrialização, havendo diferentes formas de processá-la permitindo seu uso em nutrição animal, incluindo o farelo de batata (resíduo desidratado e moído), sendo este farelo, alternativa para o armazenamento em longo prazo, que posteriormente pode ser utilizado como aditivo em silagens (REZENDE et al., 2007). A ensilagem é outra forma utilizada de conservação de resíduos provenientes da batata, como a polpa ou casca (SUGIMOTO et al., 2007, 2008; SUGIMOTO; SAITO; OOI, 2010).

A peletização de subprodutos da agroindústria, como a polpa de beterraba (SUGIMOTO et al., 2008) e resíduos de mandioca (BUNNAKIT et al., 2008) vem sendo avaliados em nutrição animal, tornando-se um método alternativo para os resíduos da cadeia produtiva da batata, mas que necessita ser avaliado do ponto de vista nutricional.

### **3.1 Processo de peletização**

Ao contrário do que acontece na moagem e mistura, as quais são simples operações de redução e integração de partículas, a peletização é um processo físico/químico no qual, pequenas partículas são forçadas a agregar-se uma com as outras formando um grânulo compacto, de fácil manejo e maior tamanho chamado, *pellet*.

A peletizadora, prensa ou moinho granulador, foi desenvolvido na década de 30 nos Estados Unidos, com o objetivo de adensar o produto para facilitar o armazenamento, o transporte e garantir que em *pellets*, cada grânulo

possua todos os ingredientes necessários a uma dieta balanceada dirigida aos animais, evitando assim, a seleção por alguns ingredientes (BEHNKE, 1996).

Algumas vantagens do processo de peletização segundo Behnke (1996), Martinez (1984), Mendez et al. (1998) e Pipa e Frank (1989) são:

- a) redução das bactérias patogênicas como consequência do efeito da temperatura durante a peletização;
- b) aumento do peso específico final em aproximadamente 16% com consequente redução do custo de transporte;
- c) redução de desperdício;
- d) redução da segregação de ingredientes durante o transporte, mantendo a homogeneidade da mistura;
- e) redução da escolha seletiva por parte dos animais;
- f) redução do tempo e de energia despendido pelos animais para apreensão do alimento;
- g) modificação térmica do amido e proteína;
- h) melhoria da palatabilidade.

No processo de peletização, a mistura é submetida ao calor por contato com o vapor saturado e a umidade proveniente da condensação do vapor. Durante o processo, ocorre a gelatinização do amido, transformando-o em compostos de cadeias químicas mais curtas e simples. Assim, os *pellets* deixam os anéis com uma temperatura entre 65 e 93 °C devido aos efeitos combinados e a fricção do produto com o anel (ATIKINSON, 1981).

A produtividade e a qualidade dos *pellets* estão relacionadas às características de cada ingrediente. Pode ser observado que cada ingrediente tem diferente capacidade de absorver umidade, seja do vapor, da água ou do melaço; possuem diferentes pesos específicos, percentuais de gordura, proteína, fibra,

grau de abrasividade e capacidade de absorção de melão (MARTINEZ, 1984; MENDEZ et al., 1998; PIPA; FRANK, 1989).

Bonnas (2003) afirmou que a gelatinização do amido ocorre a uma temperatura de 60 a 80 °C, na presença de umidade, quando então, seus grânulos se rompem e seu conteúdo torna-se disperso em água. A gelatinização do amido ocorre pela ação da temperatura que é influenciada pela concentração e pela estrutura do amido do alimento, especialmente pelos teores de amilose e amilopectina, quanto maior o teor de amido, menor a temperatura de gelatinização.

Os ingredientes da dieta e sua composição (teores de amido, proteína, açúcar, gordura e fibra) influenciam nas características de produção e qualidade (dureza e durabilidade) de rações peletizadas devido a diferenças em suas propriedades físico-químicas que, por sua vez, são afetadas principalmente pelo histórico do processamento, localização geográfica, condições climáticas e tipo de cultivar (THOMAS; VLIET; POE, 1998).

O amido pode ser dividido em duas frações: amilose (polímero de glicose em ligação  $\alpha$ 1,4, de cadeia linear e solúvel) e amilopectina (polímero de glicose em ligação  $\alpha$ 1,4 e  $\alpha$ 1,6, de cadeia ramificada e insolúvel) sendo que suas proporções determinam as características físicas e químicas do amido. Quanto ao tamanho, os grânulos de amido podem variar de 1,0 a 50  $\mu$ m, sendo que para o amido de trigo, arroz e fécula de batata a média é de 22,0; 8,0 e 38,0  $\mu$ m, respectivamente. O tamanho do grânulo de amido também pode afetar a sua digestibilidade, devido à relação entre a área superficial e volume do grânulo, de modo que o contato entre substrato e enzima, diminui conforme aumenta o tamanho do grânulo. Cereais com grânulos pequenos (aveia e arroz) possuem maior digestibilidade em relação ao amido de trigo, milho e batata, os quais possuem grânulos maiores (SVIHUS; UHLEN; HARSTAD, 2005).

Em rações peletizadas, o amido pode funcionar como um agente adesivo ou ligante, sendo que para este fim, necessita-se de um tratamento químico ou térmico. A gelatinização do amido na presença de água e calor, é a forma mais comum de afetar suas propriedades funcionais, sendo estas relacionadas à proporção entre amilose:amilopectina (THOMAS; VLIET; POE, 1998). Quanto maior a quantidade de amilopectina, maior a capacidade de formação de gel na presença de água ou vapor. Uma vez gelatinizada, a amilopectina torna-se mais digestível no trato gastrointestinal. Ainda, os grânulos de amido apresentam estrutura semi-cristalina resistente à hidrólise pelas amilases, mas quando gelatinizados, se tornam prontamente hidrolisados e convertidos em açúcares e dextrina (TESTER; KARKALAS; QI, 2006). No entanto, são limitados os estudos que abordam os efeitos das variações na proporção entre amilose:amilopectina na dureza ou durabilidade de *pellets* (THOMAS; VLIET; POE, 1998).

Nicholson, Friend e Cunnigham (1964) observaram que ovinos tendem a reduzir o consumo e a conversão alimentar ao receberem polpa de batata peletizada em comparação a não peletizada. Segundo os autores, o nível de 50% de polpa utilizada na dieta peletizada, pode ter sido muito alto e depreciado o consumo em função da gelatinização e características do produto obtido. Estes autores relataram que durante a peletização formava-se uma massa pegajosa que ao resfriar endurecia ao ponto de entupir a peletizadora.

A forma como uma ração é processada pode influenciar diversas características do desempenho de ruminantes, inclusive o desenvolvimento rumino-reticular, sendo que a peletização pode promover melhores resultados em animais alimentados com ração completa peletizada, em relação à farelada ou extrusada (AMARAL et al., 2005).

Cabritos Saanen, com 15 dias de idade foram submetidos a três tratamentos (ração completa farelada, peletizada e extrusada) e apresentaram

aumento médio de 26% no consumo de MS em relação à ração farelada, provavelmente devido à sua maior densidade. As rações peletizada e extrusada melhoraram em respectivamente, 38% e 20% a conversão alimentar no período pós-desaleitamento. Contudo, melhor desempenho animal foi obtido com a ração peletizada, principalmente quanto ao ganho de peso total e conversão alimentar no período pós-desaleitamento. A peletização e a extrusão, não afetaram a digestibilidade aparente da MS, PB, EE e energia do alimento. Entretanto, reduziram em 16,8% e 25,8% a digestibilidade da FDN e FDA em relação à ração farelada, possivelmente devido à formação de complexos amido-lignina, os quais podem ocorrer tanto no processo de extrusão quanto no processo de peletização (AMARAL et al., 2005).

Quanto à característica de carcaça e qualidade de carne, verificou-se que os processos de extrusão e peletização de ração completa, não influenciaram o rendimento de carcaça, área de olho de lombo, peso de lombo, pescoço e as características físico-químicas da carne de caprinos (AMARAL et al., 2007).

### **3.2 Utilização de nitrogênio não proteico na alimentação de ruminantes**

Em ruminantes, a demanda por nitrogênio é suprida por fontes dietéticas, as quais podem fornecer ácidos nucleicos, aminoácidos, proteínas, peptídeos, aminas, amidas, nitratos, nitritos, ureia e amônia; ou por fontes endógenas, proveniente da renovação tecidual e da ureia reciclada que entra no rúmen via epitélio ruminal ou saliva. Outra importante fonte de N é a proteína microbiana formada pelos microrganismos ruminais, os quais se destacam ainda pela capacidade de metabolizarem compostos nitrogenados não proteicos, viabilizando a utilização de tais fontes de N em ruminantes (HUNTINGTON; ARCHIBEQUE, 1999).

A ureia é uma fonte de nitrogênio não proteico, de baixo custo que vem sendo utilizada na alimentação de ruminantes em diferentes sistemas de produção, sendo seu uso associado ao sal mineral, misturas múltiplas, cana-de-açúcar, capim picado, silagens, concentrados, dentre outros. Pode ainda, ser extrusada junto a uma fonte de amido, sendo que dos produtos já obtidos, a amireia, é a mais conhecida e estudada, podendo ser utilizada na produção de concentrados proteicos para a suplementação de ruminantes, contribuindo com a redução dos riscos de intoxicação por ureia. Contudo, seu efeito sobre a eficiência na utilização do nitrogênio ainda é passível de mais estudos (SALMAN, 2008).

A hidrólise da ureia por microrganismos ruminais com a subsequente liberação de CO<sub>2</sub> e amônia, é um processo rápido e não há evidências de outra rota não hidrolítica que seja quantitativamente importante no rúmen (BROOKES et al., 1972). Entretanto, a maior dificuldade na caracterização dos mecanismos controladores envolvidos na degradação da ureia é saber o quanto estes fatores derivam da atividade de microrganismos ruminais ou se são atributos específicos do metabolismo do animal hospedeiro (WHITELAW et al., 1990).

A respeito do metabolismo de N em ruminantes, Huntington e Archibeque (1999) destacaram como prioridade a: 1) maximização da função microbiana no rúmen; 2) maximização no suprimento de aminoácidos; 3) minimização dos efeitos ambientais negativos provenientes do ciclo do N nos sistemas de produção de ruminantes.

A disponibilidade de N amoniacal no rúmen constitui-se numa fonte satisfatória de N para o crescimento da maioria dos microrganismos, de que modo que a substituição de fontes de proteína verdadeira por ureia, usualmente estimula a síntese de proteína microbiana. Entretanto, muitas espécies de bactérias e protozoários, também requerem aminoácidos e peptídeos para seu crescimento. Logo, quando se objetiva maximizar a síntese de proteína

microbiana, a dieta utilizada deve incluir aminoácidos e peptídeos em adição ao NNP e ainda, conter uma mistura de carboidratos fibrosos e não fibrosos, para que se maximize a eficiência da síntese microbiana no rúmen (KARSLI; RUSSEL, 2002).

A sincronização entre a liberação de amônia no rúmen e a oferta de esqueletos de carbono advinda da degradação de carboidratos, torna a síntese de proteína microbiana mais eficiente (KOZLOSKI et al., 2009). Nesse propósito, a peletização do amido com a ureia, deverá aumentar a velocidade de fermentação do amido no rúmen e reduzir a intensidade da liberação de amônia oriunda da ureia, favorecendo a síntese de proteína microbiana (SALVADOR et al., 2004).

A sincronia de nutrientes pode ter papéis positivos na maximização da síntese de proteína microbiana, melhorando o desempenho animal e reduzindo a excreção de nitrogênio (YANG et al., 2010). Entretanto, quando revisados os efeitos da sincronização de nutrientes, as respostas obtidas têm revelado resultados contraditórios ou inconsistentes, sugerindo que a sincronização ruminal de nutrientes não tenha a importância que usualmente tem sido atribuída a ela, ou que mecanismos fisiológicos, tais como a complexa comunidade de microrganismos ruminais e fatores fisiológicos como a reciclagem de N, atuam conjuntamente neste processo (COLE; TODD, 2008; YANG et al., 2010).

A reciclagem de N no rúmen é controlada primariamente pela concentração de ureia no sangue, amônia ruminal e disponibilidade de energia, e pode mitigar os efeitos da assincronia. Logo, metodologias que aumentem a reciclagem de N ou a utilização de N reciclado, podem trazer benefícios para o desempenho animal e meio ambiente (COLE; TODD, 2008).

### 3.3 Consumo e digestibilidade aparente

Silva (1994) conduziu um ensaio de digestibilidade com 24 ovinos alimentados com palha de arroz desintegrada e suplementada com amireia, fubá de milho mais ureia ou farelo de soja e verificaram maior consumo médio de MS quando a palha de arroz foi suplementada com o farelo de soja, sendo que a digestibilidade aparente da MS, MO e PB não diferiu entre os tratamentos.

Salvador et al. (2004) forneceram amiréias com 100, 150, 180 e 200% de equivalente proteico para ovinos, e seus efeitos sobre o consumo e a digestibilidade da MS, MO, FDN e FDA são apresentados na Tabela 1 e não houve efeito de tratamento sobre os parâmetros de consumo avaliados. Os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, MO, FDN e FDA, também não diferiram, embora a digestibilidade da FDN tenha ficado em torno de 60%, resultado que segundo os autores é incomum na literatura em estudos com ovinos ou bovinos quando a dieta é composta por mais de 85% de volumoso. Mediante estas observações, todos os tratamentos permitiram eficiente degradabilidade da FDN da dieta.

Sugimoto et al. (2007, 2008) e Sugimoto, Saito e Ooi (2010) avaliaram os efeitos da utilização da polpa de batata ensilada na dieta de novilhos, buscando formas de melhorar o seu teor de nitrogênio, tratando-a com ureia, ou reduzindo o seu teor de umidade, misturando-a a outros ingredientes de reduzida umidade, avaliaram, os efeitos da utilização de diferentes fontes proteicas junto à silagem da polpa de batata tratada com ureia. O tratamento da silagem da polpa de batata com 0,5% de ureia não afetou o consumo e a digestibilidade de novilhos, causou súbito aumento na concentração de N-NH<sub>3</sub> ruminal após a alimentação, provocando maior flutuação do N-NH<sub>3</sub> ao longo do tempo.

Em outro experimento, a silagem de polpa de batata tratada com ureia, foi administrada junto com concentrado formulado com farelo de soja como

fonte de proteína rapidamente degradável no rúmen ou farelo de glúten de milho, como proteína de baixa degradabilidade (SUGIMOTO et al., 2008). O consumo de MS tendeu à redução no tratamento com farelo de glúten de milho, mas a digestibilidade e a degradabilidade *in situ* não diferiram entre as fontes proteicas.

Tabela 1 Consumo de MS, MO, FDN e FDA e respectivos coeficientes de digestibilidade aparente, de ovinos alimentados com feno de *Coastcross* e amiréias

Tratamentos (Amiréias)				
Variáveis	AM100	AM150	AM180	AM200
Consumo de MS				
g/dia	834,15	813,06	907,96	804,62
% Peso vivo	1,9	1,81	2,06	1,82
Consumo de MO				
g/dia	787,32	767,4	856,98	759,44
% Peso vivo	1,79	1,71	1,95	1,75
Consumo de FDN				
g/dia	675,46	654,13	732,52	646,58
% Peso vivo	1,54	1,46	1,66	1,46
Consumo de FDA				
g/dia	328,42	319,23	358,33	315,29
% Peso vivo	0,75	0,71	0,81	0,71
Coeficientes de Digestibilidade (%)				
MS	53,64	53,53	54,26	55,03
MO	54,77	54,29	54,9	55,97
FDN	58,93	58,98	59,74	59,63
FDA	54,42	48,71	49,76	54,9

Fonte: Salvador et al. (2004)

Apesar dos aspectos nutricionais positivos apontados por Sugimoto et al. (2007, 2008), existem limitações práticas e técnicas na utilização da polpa de batata úmida, sendo que a redução do teor de umidade poderia propiciar certas vantagens como a possibilidade de estocagem e facilitação no transporte (SUGIMOTO; SAITO; OOI, 2010). Assim, estes autores se propuseram a misturar outros produtos a esta silagem, como a polpa de beterraba e o farelo de trigo, ambos peletizados, de modo a reduzir o teor de umidade. Estes tratamentos não diferiram quanto à fermentação ruminal, mas aumentaram o consumo, digestibilidade e degradabilidade. Concluindo, a silagem de polpa de batata tratada com ureia e misturada a outros subprodutos secos, não afetou a digestão ou a fermentação ruminal em novilhos.

Em ovinos submetidos à dieta basal de feno de rama de amendoim, suplementados com concentrado comercial ou 25 e 50 % de resíduo de casca de batata, em substituição ao concentrado, verificou-se que o consumo e a digestibilidade da matéria seca não diferiram entre os tratamentos, sendo o coeficiente de digestibilidade médio de 70%. Verificou-se que o consumo de proteína bruta, tende a reduzir conforme se adiciona casca de batata, sendo o coeficiente de digestibilidade da proteína significativamente reduzido (73,2; 68,8 e 58,8% respectivamente, para o concentrado e os níveis de 25 e 50% de casca de batata) (TAWILA; OMER; GAD, 2008).

Shieh-zadeh e Harbers (1974) avaliaram os efeitos de suplementos proteicos em rações de cordeiros, utilizando sorgo ou batata, ambos extrusados com ureia (44% de equivalente proteico) sob baixa ou alta temperatura em comparação ao farelo de soja. A batata quando extrusada a baixa temperatura apresentou resultados inferiores para a digestibilidade da MS (35.28%) em comparação ao sorgo (56.65%) ou farelo de soja (58.88%). Quando submetida à alta temperatura, os valores não diferiram dos demais, apresentando coeficientes de digestibilidade de MS e PB respectivamente de 54,28 e 62,47 %.

### 3.4 Balanço de nitrogênio, parâmetros ruminais e sanguíneos

Quando o amido da batata é peletizado sob alta temperatura, a maior gelatinização obtida tende a elevar a quantidade de nitrogênio retido, sendo que o amido proveniente da batata requer intenso cozimento para completar sua gelatinização, de modo a subsidiar a eficiência na síntese de proteína microbiana e retenção de nitrogênio (SHIEHZADEH; HARBERS, 1974).

Ao observar os resultados obtidos em diferentes condições alimentares para as proporções entre N retido/ingerido (%) e N retido/absorvido (%) com dietas formuladas a partir de resíduos da batata, verifica-se que os menores valores foram obtidos quando o tubérculo foi extrusado com ureia (Tabela 2). Em dietas onde a casca de batata substituiu 25% do concentrado comercial, o percentual de nitrogênio retido/ingerido apresentou resultados intermediários, não diferindo do concentrado comercial. Entretanto, o nível de 50% diferiu do concentrado (Tabela 2) (TAWILA; OMER; GAD, 2008).

Tabela 2 Balanço de nitrogênio (%) em ruminantes, alimentados com diferentes dietas

Tratamento	N retido/ingerido	N retido/absorvido
Batata extrusada com ureia (44% de equivalente proteico) <sup>1</sup>	13,91	21,46
19% de inclusão de silagem de batata na dieta de novilhos <sup>2</sup>	22,44	27,95
27% de inclusão de silagem de batata na dieta de novilhos <sup>2</sup>	22,43	28,00
Concentrado comercial sem ureia <sup>3</sup>	40,27	55,04
25% de casca de batata em substituição ao concentrado comercial <sup>3</sup>	34,17	49,81
50% de casca de batata em substituição ao concentrado comercial <sup>3</sup>	27,82	47,35

<sup>1</sup> Shiehzadeh e Harbers (1974); <sup>2</sup> Pen et al. (2006); <sup>3</sup> Tawila, Omer e Gad (2008)

As concentrações molares de acetato, propionato e butirato observadas por Shieh-zadeh e Harbers (1974) em tratamentos onde batata e sorgo foram extrusados com ureia, não diferiram quanto ao tratamento térmico (baixa ou alta temperatura de extrusão), mas apresentaram valores maiores quando a fonte de amido foi batata (respectivamente 63,22 e 19  $\mu\text{mol/mL}$ ) em comparação ao sorgo (50,20 e 11  $\mu\text{mol/mL}$ ).

O tratamento da silagem de polpa de batata, com 0,5% de ureia diminuiu a proporção molar de acetato e aumentou a de propionato no fluido ruminal após a alimentação. Quando avaliado níveis de inclusão (20%, 50% e 80%) desta silagem na alimentação (feno de *Phleum pratense* L.), verificou-se uma redução na degradabilidade ruminal deste alimento, o qual ainda levou a um aumento na proporção molar de acetato e redução na de butirato. Em conclusão, destacaram que o tratamento com ureia facilita o acesso microbiano ao amido da silagem de batata, mas que, se utilizado em níveis excedentes pode apresentar efeito adverso sobre a digestão (SUGIMOTO et al., 2007).

Quando à silagem de batata tratada com ureia, foi administrada junto a concentrados formulados com farelo de soja ou glúten de milho o pH ruminal e AGVs totais não diferiram entre as fontes proteicas utilizadas. Entretanto, o N-NH<sub>3</sub> ruminal foi menor para o tratamento com glúten de milho (7,5 mg/dL) do que no de farelo de soja (9,5 mg/dL), de modo que o primeiro tratamento pode ser mais efetivo na estabilização das concentrações ruminiais de N-NH<sub>3</sub>, o que é vantajoso no processo de digestão ruminal de fibras (SUGIMOTO et al., 2008).

A síntese de proteína e o perfil de aminoácidos de origem microbiana, bem como a concentração de N-amoniacal, foram avaliados *in vitro* por Helmer et al. (1969), os quais utilizaram como substrato: A) *Starea* com 34% de PB; B) *Starea* com 39% de PB; C) *Starea* com 44% de PB; D) milho extrusado + ureia com 39% de PB; E) grão de milho + ureia com 44% de PB. A proteína microbiana (mg/100 mL) e o N-amoniacal (mg/100 mL) registrados nestes

tratamentos foram, respectivamente: A) 64,2 e 117,2; B) 66,3 e 22,5; C) 63,8 e 124,1; D) 59,6 e 126,3; E) 41,9 e 156,0. Quando comparados os tratamentos à base de *starea* com o tratamento à base de milho + ureia, esta se mostrou eficiente na redução ( $p < 0,05$ ) da concentração de N-amoniaco devido à conversão deste em proteína microbiana, isso devido à maior quantidade de energia disponível aos microrganismos, em função da gelatinização do amido obtida pelo processo de extrusão.

Thompson et al. (1972) estimaram a produção de N-amoniaco em três novilhos fistulados no rúmen, após receberem farelo de soja, ureia ou *starea* e verificaram que a produção de N-amoniaco foi relativamente constante no animal que recebeu o farelo de soja (aproximadamente 15 mg/100 mL de fluido ruminal 90 minutos após a ingestão). O animal que recebeu *starea* apresentou pico de produção de N-amoniaco 90 minutos após o fornecimento da dieta (50 mg/100 mL de fluido ruminal). Quando a fonte de N utilizada foi a ureia, esta apresentou hidrólise máxima 60 minutos pós-ingestão (aproximadamente 55 mg/100 mL de fluido ruminal) mantendo este nível por três horas, período o qual, não se observou diferença entre a ureia e *starea*.

Após o período de três horas, a concentração de N-amoniaco no animal alimentado com *starea* diminuiu, mantendo concentrações próximas às obtidas com o farelo de soja, enquanto que no tratamento com ureia esta concentração começa a reduzir após 8 horas da alimentação.

Nas condições supracitadas, sintomas de toxicidade foram observados em concentrações de 75 mg  $\text{NH}_3\text{-N/mL}$  de fluido ruminal decorridas duas horas após o fornecimento de ureia. O animal que recebeu *starea* não apresentou sinais de intoxicação, uma vez que a liberação de  $\text{NH}_3\text{-N}$  foi reduzida 3 horas após a alimentação.

Sinais de toxicidade podem ser observados quando o pH do rúmen está acima de 7,3, quando há um aumento de amônia no sangue periférico, devido à

incapacidade do fígado em metabolizar concentrações elevadas de amônia, decorrentes do aumento da taxa de absorção desta, em pH elevado (ABDOUN; STUMPF; MARTENS, 2007).

Menezes et al. (2006) incluíram níveis crescentes de ureia (0; 1; 2 e 3% ) sobre dietas contendo 40% de palma forrageira *in natura* e 60% de resíduo desidratado de uva de vitivinícolas e encontraram efeito linear sobre os teores de ureia no soro de ovinos. O maior nível encontrado foi o de inclusão de 3 % com teor médio de 27,42 mg/dl, que segundo os autores se encontra no intervalo postulado como normal, de 24 – 60 mg/dl.

A elevação na concentração de ureia no plasma pode levar ovelhas à infertilidade, e para verificar se o mesmo efeito é observado em machos, Cortada et al. (2000) avaliaram o aumento dos níveis plasmáticos de ureia, resultantes do acréscimo de ureia à dieta, sobre parâmetros citogenéticos de ovinos. As dietas fornecidas aos animais foram constituídas por uma ração contendo 1,9% de nitrogênio; e outras duas contendo níveis de nitrogênio de 2,5 e 3,2. As concentrações de ureia no plasma registradas conforme se elevou o nível de nitrogênio foram de 18,3; 34,4 e 49,8 mg/dL, e não afetaram os parâmetros observados, os quais se mantiveram dentro da normalidade. Segundo os autores, o aumento nas concentrações de ureia no plasma não provocaram efeitos deletérios sobre os linfócitos dos animais, talvez por não ter sido suficientemente alto para se tornar danoso, pois permaneceu abaixo do amplo espectro considerado normal para ovinos (17 a 75 mg/dl).

### 3.5 Protozoários ruminais

A composição da dieta tem influência sobre diversos parâmetros do metabolismo ruminal, tais como pH, produção de amônia, ácidos graxos voláteis, dentre outros, o que tem implicações diretas na comunidade ruminal, especialmente bactérias e protozoários, e conseqüentemente na eficiência ou não da dieta utilizada (FREGADOLLI et al., 2001).

O rúmen é habitado por diversas e interdependentes populações de bactérias, fungos e protozoários flagelados e ciliados (RUSSEL; RYCHLIK, 2001), sendo o número de protozoários ciliados menor que o de bactérias, entretanto, em termos de biomassa se tornam equivalentes às bactérias (HUNGATE; REICHL; PRINS, 1971).

Os protozoários ciliados podem ser divididos em dois grupos: os entodiniomorfidas, os quais ingerem preferencialmente partículas insolúveis suspensas no fluido ruminal, sendo encontrados em maior número quando a dieta é à base de forragem; e os isotríquídeos, que têm maior capacidade de ingerir carboidratos solúveis e grânulos de amido, sendo abundantes em dietas ricas em cereais (KOZLOSKI, 2002) ou à base de cana-de-açúcar (FRANZOLIN; LUCCI; FRANZOLIN, 2000).

A respeito da contribuição dos protozoários ao metabolismo dos ruminantes, a complexidade dos fatores reguladores destas populações e das relações que elas estabelecem com os hospedeiros e demais componentes da microbiota, em muito tem dificultado um posicionamento mais conclusivo.

Em estudos conduzidos com ovinos defaunados observou-se redução nas taxas de acetato, butirato e amônia, enquanto as taxas de propionato e ácido láctico aumentaram, bem como a eficiência na síntese de proteína microbiana (KAYOULI et al., 1984; ORPIN; LETCHER, 1984). Ainda, pode ocorrer redução na digestibilidade de fibras, o que está relacionado ao decréscimo na

atividade de degradação atribuída a estes organismos (KAYOULI et al., 1984; SANTRA; KARIM, 2002) e ao menor tempo de retenção da digesta no rúmen (KAYOULI et al., 1984).

O teor de proteína da dieta determina a importância da influência dos ciliados no crescimento e desempenho do hospedeiro (BIRD; LENG, 1978). Segundo Veira (1986), a presença dos protozoários está relacionada ao menor quantidade de proteína disponível de forma que a redução na digestibilidade das fibras seria de pouca importância nos casos em que a demanda por proteína é grande e sua disponibilidade na dieta limitada (SMET; DEMEYER; NEVEL, 1992).

A presença dos protozoários ciliados no rúmen promove maior estabilidade no processo de fermentação ruminal, uma vez que estes digerem o amido mais lentamente do que as bactérias, limitando a queda do pH ruminal (KOZLOSKI, 2002). Esse papel de moderadores da fermentação ruminal é acentuado pelo fato dos protozoários predarem bactérias lácticas, e torna-se importante em situações onde a alimentação é rica em compostos rapidamente fermentáveis, prevenindo quadros clínicos de acidose ruminal (RUSSEL; RYCHLIK, 2001).

A adição de ureia na dieta de bovinos provoca intensa atividade ureática no rúmen, favorecendo a multiplicação de protozoários ciliados do gênero *Entodinium* (COALHO et al., 2003). Para bovinos alimentados com amireia, concentrado e silagem de milho, Ezequiel et al. (2002) registraram as seguintes relações entre bactéria: protozoário: 1 : 2,1 à 1 h, 2,6: 1 às 2 h 30 min e 2,2: 1 às 11 h 30 min após a alimentação, quando foi observado predomínio de protozoários e bactérias, ambos associados ao líquido ruminal.

Quando adicionados níveis crescentes de ureia (0, 2, 4 e 6%) a uma dieta basal de silagem de cana-de-açúcar fornecida a ovinos, observou-se aumento linear na densidade de protozoários dos gêneros *Entodinium*, *Diplodinium*,

*Ostracodinium* e *Eudiplodinium*, registrando-se para os níveis 0 e 6 g de ureia: 68,81 e 139,99; 3,35 e 5,54; 1,49 e 4,85 e 0,8 e 5,2 protozoários x 10<sup>3</sup>/ml, respectivamente. O crescimento observado para as populações de *Isotricha* e *Dasytricha* nos níveis 0 e 6 g de ureia apresentou comportamento quadrático assumindo os seguintes valores: 0 e 3,28 e 0 e 2,94 protozoários x 10<sup>3</sup>/ml (NOGUEIRA FILHO et al., 1999). De acordo com os autores, embora a dieta basal apresentasse baixo teor de N, os teores de energia e elementos minerais foram adequados, o que permitiu que os microrganismos ruminais utilizassem eficientemente o nitrogênio não proteico.

Nogueira Filho et al. (2000) avaliaram os efeitos da administração de uréia protegida, sobre os protozoários ruminais de ovinos submetidos à dieta à base de feno de capim *Andropogon*, farelo de soja e rolão de milho, de modo a atender 100% das exigências do NRC (rações A e B) ou 70% (rações C e D). Aos tratamentos B e C foram acrescentados 18 gr de ureia. Nestas condições, os autores destacaram o efeito estimulante da ureia sobre a divisão celular dos ciliados entodiniomorfos em ambos os níveis de exigência nutricional, proporcionando valores mais elevados para os tratamentos com ureia (49,54 x 10<sup>3</sup> protozoários/ml) em relação aos tratamentos sem ureia (39,02 x 10<sup>3</sup> protozoários/ml).

A suplementação da cana-de-açúcar com a mistura ureia: sulfato de amônio 9:1 não modificou a densidade populacional de protozoários ciliados do rúmen de vacas Holandês x Zebu em lactação. Entretanto, em função do tempo de amostragem, verificou-se que *Entodinium*, *Diplodinium*, número total de ciliados e pH ruminal, apresentaram valores reduzidos logo após a alimentação e os autores correlacionaram esta queda do pH, à redução na densidade populacional, conforme o horário de coleta (LOPES et al., 2008).

Sob condições normais, o pH ruminal apresenta valores médios em torno de 5,5 a 7,0, atingindo valores mínimos geralmente entre duas a seis horas

após a alimentação o que corresponde ao pico de produção de ácidos resultantes da atividade fermentativa (DEHORITY, 2003). Os ciliados do rúmen apresentam alta sensibilidade às variações do pH ruminal estando sujeitos à morte, quando este atinge limites inferiores a 5,5. De acordo com Oliveira et al. (1987) a concentração de ciliados no rúmen de ovinos tende a se tornar estável com pH em torno de 6,9.

Estas variações no pH ruminal podem ser atribuídas à natureza da dieta, entretanto, Franzolin e Dehority (1996) verificaram alterações na curva do pH ruminal de animais sob a mesma dieta, o que indica que o pH ruminal pode ser influenciado por fatores anátomo-fisiológicos, tais como o tipo e frequência de mastigação dos alimentos, produção de saliva, taxa de fermentação e concentração dos produtos finais.

A ocorrência e densidade dos protozoários ruminais, encontra-se sob a influência de diversos fatores que vão desde os inerentes ao hospedeiro, como metabolismo, espécie, idade, pH e lise no rúmen, àqueles que dizem respeito ao comportamento desses ciliados, como a migração e o escape, variações diurnas, antagonismo e/ou sinergismo, até fatores externos ao ambiente ruminal, como a natureza da dieta, localização geográfica, quantidade de alimento, frequência e restrição alimentar, restrição de água, dentre outros (MARINHO, 1982).

Além da conhecida participação da dieta, como sendo um dos fatores determinantes para as populações de protozoários ruminais, há que se considerar, os efeitos de outros fatores, os quais podem atuar aumentando ou atenuando os impactos que a natureza da dieta exerce sobre a microbiota.

### 3.6 Outros parâmetros

Nicholson, Friend e Cunnigham (1964) obtiveram dados de conversão alimentar que indicam que a polpa de batata seca é bem utilizada por ruminantes, mas pode promover redução no consumo e na conversão alimentar de ovinos, que receberam a polpa de batata peletizada em comparação a não peletizada. Segundo os autores, o nível de 50% de polpa utilizada na dieta peletizada pode ter sido alto e depreciado o consumo em função da gelatinização e características do produto obtido.

Onwubuemeli et al. (1985) avaliaram os efeitos do resíduo de batata úmido, composto por 60% de casca, 30% do tubérculo cru e 10% de tubérculo cozido, em substituição a 0, 10, 15 ou 20% de milho, na alimentação de vacas em lactação, não observaram diferenças quanto ao consumo de MS, produção de leite, nível de proteína no leite, nível de glicose no plasma e eficiência de utilização da MS. Verificaram tendência à redução no percentual de gordura do leite e ganho de peso nos níveis de batata mais elevados.

A inclusão de 0, 10, 20, 30 ou 40% de casca de batata, em dietas à base de milho, para bovinos em confinamento promove redução no desempenho animal, mas pouco impacto sobre características de carcaça e palatabilidade da carne (RADÜNZ et al., 2003).

Em bovinos confinados, as características da carcaça, composição da carne e aparência foram avaliados mediante a substituição de grãos de cevada ou milho por 10 ou 20% de resíduos de batata e apresentaram variações mínimas quanto à aparência da carne, características da carcaça, composição, teor de água, força de cisalhamento, textura e palatabilidade (NELSON, 2010). Subprodutos da batata são importante fonte de energia para bovinos de corte, e tem a vantagem de resolver o descarte destes resíduos para a indústria de processamento de alimentos.

### 3.7 Degradabilidade ruminal *in situ*

A técnica *in situ* para caracterização e avaliação de alimentos é difundida nos estudos de nutrição de ruminantes, e apesar das consideráveis vantagens apresentadas, percebe-se divergência em alguns aspectos de sua utilização, como tipo de material para confecção dos sacos e sua porosidade.

Neste contexto, Casali et al. (2009) avaliaram as perdas de partículas e as estimativas dos teores de FDNi de alguns alimentos em procedimento *in situ* utilizando-se sacos confeccionados com os tecidos náilon (50 µm), F57 (Ankom®) e tecido não-tecido (TNT – 100 g/m<sup>2</sup>). O tecido não-tecido pode constituir alternativa de menor custo ao F57 em estudos para quantificação de compostos fibrosos indigestíveis em alimentos, uma vez que apresenta estimativas com níveis similares de exatidão e precisão.

Em virtude de pequenas divergências observadas, os autores sugeriram novas avaliações do tecido não-tecido para que sua recomendação possa ser realizada de forma generalizada. Quanto à utilização do náilon em procedimentos similares, embora resulte em maior precisão, conduz a estimativas não exatas, em decorrência da perda significativa de partículas fibrosas insolúveis.

Teixeira et al. (1999) estudaram a cinética da digestão ruminal da amiréia 45-S produzida com milho ou raspa de mandioca, nas formas moída, quebrada e inteira. As incubações foram feitas em sacos de poliéster (poros de 50 µm) e os resultados são apresentados na Tabela 3. A degradabilidade ruminal da fração nitrogenada da amireia 45S foi elevada, segundo os autores, é altamente desejável para maximizar o crescimento microbiano.

Em relação ao tipo de processamento, observou-se que a moagem aumentou a degradabilidade potencial da MS em 21,4% e 6,1%, respectivamente, para o milho e a raspa de mandioca. Em relação à fonte de

amido utilizada, observaram que a degradabilidade ruminal da MS foi inferior para a amireia 45S produzida com milho, independente do tipo de processamento, e relacionaram esta observação ao fato de que o amido de cereais, apresenta maior tendência à retrogradação (processo de cristalização das moléculas de amido através da formação de pontes de hidrogênio entre moléculas adjacentes) em relação ao amido de raízes e tubérculos. Nesse processo, a cristalização das moléculas de amido aumenta a resistência à hidrólise enzimática podendo diminuir sua digestibilidade.

Tabela 3 Degradabilidade efetiva (DE), potencial (DP), fração solúvel (a) e taxa de degradação (c) da matéria seca nos diferentes tratamentos

Tratamentos <sup>1</sup>	DE (%)	DP (%)	a (%)	c (%/h)
AMI	56,8	64,9	32,7	27,4
AMQ	54,0	69,6	36,5	10,4
AMM	57,4	86,3	36,6	6,6
ARI	69,2	79,3	30,4	35,6
ARQ	70,0	82,8	31,6	27,7
ARM	70,0	85,4	34,0	21,5

<sup>1</sup>AMIRÉIA 45S contendo: AMI- milho como fonte de amido na forma inteira; AMQ - milho como fonte de amido na forma quebrada; AMM - milho como fonte de amido na forma moída; ARI - raspa de mandioca como fonte de amido na forma inteira; ARQ - raspa de mandioca como fonte de amido na forma quebrada; ARM - raspa de mandioca como fonte de amido na forma moída. Fonte: Teixeira et al. (1999)

Rezende et al. (2007) estimaram a degradabilidade *in situ* da silagem de capim-napier produzida com níveis de 0%, 5%, 10%, 15% e 20% de farelo de batata, incubadas em sacos de nylon (poros de 52 µm). Estes autores verificaram que a adição do farelo de batata na silagem de capim-napier elevou a degradabilidade ruminal *in situ* para a MS, PB e FDN, as quais apresentaram aumento na degradabilidade potencial e efetiva, respectivamente de 11,7% e 18,11% na MS; 11,62 e 14,71% para a PB; e 9,35 e 8,8% na FDN, considerando a diferença entre o tratamento controle e o nível de 20% de farelo de batata. Em

conclusão, destacaram que a adição de 15% e 20% de farelo de batata à silagem de capim-napier, pode proporcionar uma boa silagem com valores de degradabilidade ruminal *in situ* da MS, PB e FDN mais elevados.

A degradação ruminal *in situ* da polpa de batata ensilada, tratada ou não com 0,5% de ureia (Tabela 4) foi obtida após incubação das amostras em sacos de poliéster (poros de 53  $\mu\text{m}$ ) (SUGIMOTO et al., 2007). De acordo com os autores, o tratamento com ureia, pode produzir uma ação química que quebra a parede celular da silagem de polpa de batata, solubilizando uma porção da fração “b” durante o período de ensilagem, e por isso, a porcentagem da fração “a” tenha aumentado, enquanto a da fração “b” tenha diminuído.

Adicionalmente, quando se avaliou o fornecimento desta silagem de polpa de batata tratada com ureia a novilhos, nos níveis de 1,0; 1,75 e 2,5% do peso corporal, não foram observadas alterações significativas nos parâmetros de degradação ruminal (SUGIMOTO et al., 2008). Entretanto, se esta silagem for administrada em substituição ao concentrado, nos níveis de 20, 50 e 80 %, a taxa de degradação da fração “b” e a degradabilidade efetiva *in situ* da matéria seca são negativamente influenciadas (SUGIMOTO et al., 2007).

Sacos de nylon (poros de 50 $\mu\text{m}$ ) foram utilizados também em um estudo sobre a cinética da degradação ruminal da casca de batata ensilada em comparação ao trigo, em dietas basais de silagem de capim ou milho, e esta não foi correlacionada ao tipo de volumoso. O perfil da fermentação ruminal mostrou-se variável conforme a silagem (MONTEILS et al., 2002).

Tabela 4 Parâmetros cinéticos da degradação ruminal *in situ* da matéria seca da silagem de polpa de batata tratada ou não com 0,5% de ureia

Item <sup>1</sup>	Não tratada	Tratada	Erro Padrão	P
A (%)	30,3	38,0	0,8	>0,001
B (%)	67,6	58,4	0,7	>0,001
A + B (%)	97,8	96,4	0,3	0,006
Kd (%/h)	6,3	6,5	0,5	0,670
DE (%)	74,9	77,7	0,7	0,021

<sup>1</sup>Frações A; B; A+B, percentual da fração de MS potencialmente degradável; taxas de degradação (kd) e degradabilidade efetiva (DE)

Fonte: Sugimoto et al. (2007)

Monteils et al. (2002) destacaram que embora o trigo e a silagem de batata possuam em torno de 60% de amido, estes dois alimentos apresentaram comportamento diferenciado quanto aos parâmetros estudados. A fração solúvel do amido de trigo foi superior à da casca de batata (63% vs 38%,  $P < 0,01$ ) e apresentou maior velocidade de desaparecimento, sendo muito alta na primeira hora de incubação. Após 1 hora de incubação, mais de 90% do amido de trigo havia desaparecido, contra apenas 50% do de batata; e após 12 horas, ambos desapareceram quase completamente (100 vs 96%).

O amido de trigo foi mais rapidamente degradado (34%/h) por microorganismos do rúmen do que o amido de batata (5%/h), e isso se refletiu na concentração de AGV totais, nas proporções de acetato, propionato e butirato e no pH ruminal, os quais foram mais variáveis para o trigo do que para a batata, principalmente na dieta com silagem de capim, elevando os riscos de acidose. Estas variações no perfil da fermentação foram menores na dieta com silagem de milho, indicando que a combinação destes alimentos ricos em amido com este volumoso pode reduzir o risco de acidose (MONTEILS et al., 2002).

### 3.8 Digestibilidade *In Vitro*

Ezequiel, Soares e Seixas (2001) avaliaram o efeito da suplementação com farelo de algodão, amiréia ou ureia em dietas com silagem de milho e milho moído, sobre a digestibilidade *in vitro* da MS, N e FDA, os quais apresentaram os seguintes valores: 70,5; 69,8 e 72,7% para a MS; 61,6; 63,1 e 66,7% para N e 30,8; 30,0 e 43,1% para FDA, nos tratamentos contendo farelo de algodão, ureia e amiréia, respectivamente. Os valores apresentados pela ureia foram superiores ( $p > 0,05$ ) em todas as análises e os da amiréia semelhantes aos do farelo de algodão.

De acordo com os autores, a utilização da amiréia em dietas com silagem de milho, apesar de ter aumentado a ingestão de MS, não contribuiu para melhorar os coeficientes de digestibilidade *in vitro*, quando comparados aos resultados obtidos com ureia e farelo de algodão e concluíram que a alta qualidade dos ingredientes das dietas possivelmente minimizou os efeitos que a liberação mais lenta e gradual de ureia no ambiente ruminal poderia proporcionar sobre a digestibilidade da MS, PB e FDA. Apesar dos resultados inferiores para a amiréia, os autores apontaram-na como uma fonte alternativa nitrogenada viável para a suplementação animal.

Tawila, Omer e Gad (2008) determinaram a digestibilidade *in vitro* da MS e MO do resíduo de casca de batata seco ao sol e obtiveram os seguintes coeficientes: 85,38 e 88,70%; valores superiores aos obtidos para um concentrado comercial, cujos valores foram de 58,4 e 63,75%.

Martinele et al. (2010) avaliaram a digestibilidade *in vitro* da MS de tratamentos à base de farelo de batata e casca de café, acrescidos de 0, 6, 8, 10 e 12 % de ureia em substituição ao farelo de batata e à casca de café e obtiveram valores de 84,5; 81,5; 81,5; 81,0 e 82,0%, respectivamente, para os níveis de 0, 6, 8, 10 e 12%. Os percentuais de digestibilidade apresentados neste trabalho

foram superiores aos de Ezequiel, Soares e Seixas (2001) e similares aos de Tawila, Omer e Gad (2008), sendo que estes valores elevados podem implicar em aumento do consumo de MS e da taxa de passagem no rúmen (EZEQUIEL; SOARES; SEIXAS, 2001).

O aumento na taxa de passagem é de relevante importância visto que, interfere na redução da idade média da população microbiana, em função da remoção de organismos maduros. Assim, a demanda energética de manutenção desta microbiota é reduzida, elevando a eficiência de uso da energia do sistema para crescimento microbiano (SALVADOR et al., 2004).

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento constou de três ensaios, sendo um de digestibilidade *in vivo* e balanço nitrogenado e os demais de degradabilidade ruminal *in situ* e digestibilidade *in vitro*, conduzidos entre os meses de maio a agosto de 2011, no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, situada no município de Lavras - MG.

### **4.1 Obtenção do farelo de batata e preparação dos pellets**

Aproximadamente quatro toneladas de batata foram utilizadas, sendo estas, fornecidas pela ABASMIG- Associação dos Bataticultores de Minas Gerais, Pouso Alegre, MG. Os tubérculos foram recebidos em duas remessas, nos meses de janeiro e fevereiro de 2010 e estocados até o completo processamento em local ventilado e protegido de luz, por cerca de uma semana.

Devido ao alto teor de umidade da batata e sua rápida oxidação e deterioração, vários testes precederam a etapa de processamento e secagem visando um método que facilitasse a sua desidratação. Assim, convencionou-se utilizar picadeira estacionária para o processamento, obtendo-se uma batata triturada em partículas com tamanho em torno de 1 a 2 cm, a qual foi posteriormente prensada de forma manual para a retirada do excesso de água. Posteriormente, o material foi seco ao sol, em terreiros de cimento, onde permaneciam até atingirem 15% de umidade. Para facilitar o processo de secagem, a batata triturada foi periodicamente revolvida e misturada, garantindo a homogeneidade no processo de secagem.

Outras fontes de carboidratos foram acrescentadas ao “farelo de batata diversa” em diferentes proporções, para melhorar o processo de peletização, tornando-o mais eficiente, para se determinar quais combinações foram

possíveis de serem peletizadas, e se o fossem, os *pellets* obtidos deveriam ser de boa qualidade. Para estes testes utilizaram-se diversos ingredientes, tais como farelos de trigo, arroz, soja e algodão, milho moído, melaço, raspa integral de mandioca, casca de café, dentre outros, acrescidos de diferentes níveis de ureia. Estes ingredientes eram misturados em misturador vertical e posteriormente peletizados em uma peletizadora 7.5 HP com matriz 3/8”.

Os *pellets* obtidos a partir da combinação destes ingredientes foram avaliados quanto à consistência, odor e operacionalidade, visto que algumas misturas foram extremamente laboriosas para se peletizar, exigindo constante manutenção do equipamento. Uma vez que estes requisitos fossem atendidos, procedia-se à avaliação da palatabilidade, fornecendo-se estes *pellets* a ovinos. Cumpridas estas etapas, os tratamentos experimentais foram determinados.

#### **4.2 Tratamentos**

Foram escolhidos quatro tratamentos constituídos por “farelo de batata diversa” e outras fontes de carboidratos, acrescidos de ureia e sulfato de amônio, conforme as proporções apresentadas na Tabela 5, cujos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), amido, proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e minerais dos *pellets* obtidos são demonstrados na Tabela 6. A relação dos ingredientes e suas proporções não são mencionadas, pois o produto desenvolvido é inédito e encontra-se em processo de registro de patente.

Tabela 5 Percentual dos ingredientes utilizados na formulação de rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com níveis de ureia

Ingredientes (%)	Nível de ureia no <i>pellet</i> (%)			
	0	4	8	12
Farelo de batata diversa	60	60	60	60
Outras fontes de carboidratos	40	36	32	28
Ureia + Sulfato de Amônio (9:1)	0	04	08	12

Tabela 6 Percentuais de matéria seca (MS), matéria mineral (MN), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e extrato etéreo, de dietas à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia

	Nível de ureia no <i>pellet</i> (%)			
	0	4	8	12
MS	87,9	89,8	88,7	85,1
MM	8,9	8,1	8,1	8,6
MO	79,0	81,7	80,6	76,4
Amido	52,7	55,7	52,1	51,4
PB	8,9	19,8	28,8	36,7
FDN	12,3	11,2	10,7	9,5
EE	0,8	1,3	0,6	0,9

### 4.3 Animais

Foram utilizados quatro ovinos machos, inteiros, sem raça definida, providos de cânula ruminal e com peso médio de  $43,9 \pm 3,7$  Kg no início do período experimental, e  $48,1 \pm 6,9$  kg ao final do experimento. O peso médio dos animais foi de  $46,0 \pm 5,3$  Kg.

Após serem vermifugados, os animais foram alocados aleatoriamente em gaiolas metabólicas individuais, providas de comedouro, bebedouro e cocho

para suplemento mineral, localizadas no Laboratório de Pesquisas com Ruminantes, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Lavras.

Cada gaiola metabólica possuía, acoplado ao assoalho, um sistema de captação de fezes e urina, sendo estas recolhidas em recipientes plásticos. Os baldes coletores de urina foram adaptados com uma tela separadora, de modo a evitar que fezes e urina se misturassem. Cada balde recebeu 20 mL de solução de HCL a 50% a fim de evitar perda de N para o ambiente. As gaiolas, bebedouros e baldes coletores foram higienizados diariamente.

#### **4.4 Ensaio de digestibilidade *in vivo***

A alimentação dos animais consistiu de feno de capim Tifton 85 (*Cynodon* spp), grosseiramente moído (90,7% de MS, 9,5% de PB e 76,6% de FDN) e um dos quatro tratamentos anteriormente descritos, de modo que cada animal recebeu um entre os quatro tratamentos, em cada período experimental. A dieta total foi fornecida em duas refeições diárias (às 7 horas e às 17 horas), sendo cada uma das refeições constituída por 50% do total ofertado. A composição da dieta total é apresentada na Tabela 7.

A quantidade diária de feno fornecido aos animais foi próxima a 3% do peso vivo, regulado para obtenção de sobras em torno de 20%. O fornecimento dos *pellets* foi limitado e regulado conforme os níveis de inclusão de ureia, de modo que todos os animais, ao consumirem os tratamentos com 4, 8 ou 12% de inclusão de ureia, recebessem 24 g de ureia/dia. O fornecimento de água e suplemento mineral foi *ad libitum*.

Tabela 7 Composição das dietas experimentais (% MS)

Alimento	Nível de ureia no <i>pellet</i> (%)			
	0	4	8	12
Feno de Tifton 85 (g/dia)	1578,1	1590,8	1595,2	1574,0
<i>Pellet</i> (g/dia)	528,6	538,8	266,2	170,3
Proporção feno: <i>pellet</i>	3:1	3:1	6:1	9:1

Os quatro períodos experimentais foram consecutivos e cada um teve duração de 21 dias, sendo estes compostos por uma fase pré-experimental, que compreendeu 14 dias destinados à adaptação às dietas; e uma fase de coletas que compreendeu sete dias. A distribuição das coletas dentro de cada período se deu da seguinte forma: no 13º dia foi feita a avaliação comportamental, de modo que esta não sofresse interferências decorrentes de ações provenientes dos demais procedimentos de coletas. Do 14º ao 21º dia, procederam-se as coletas de alimentos fornecidos, sobras, fezes e urina; e no 21º dia a amostragem de líquido ruminal, pH e sangue.

Durante os períodos de coleta, o feno e os *pellets* fornecidos aos animais foram amostrados diariamente, sendo que essas amostras posteriormente homogeneizadas, formando uma única amostra composta para cada tipo de alimento fornecido ou recusado.

Diariamente, as fezes, urina e sobras de alimento foram recolhidas pela manhã e pesadas (fezes e sobras) ou tinham seus volumes medidos (urina). Posteriormente procedia-se a amostragem, sendo as amostras obtidas congeladas para análises posteriores.

#### 4.5 Aspectos comportamentais

As coletas da avaliação comportamental foram conduzidas no 13º dia de cada período experimental, por avaliadores treinados e envolvidos no manejo

diário dos animais, garantindo desta forma, a adaptação dos animais à presença do observador.

As medidas dos padrões comportamentais foram realizadas pelo método *ad libitum*, para determinação dos atos comportamentais (ingestão de alimento, água, sal mineral, mastigação, ruminação, ócio em pé, ócio deitado, dormindo e inquietude) e pelo método *scan-sampling* (ALTMANN, 1974) a intervalos de 10 minutos (CARVALHO et al., 2007) para registro da frequência com que esses atos ocorrem. As observações foram feitas durante 24 horas ininterruptas, uma vez a cada período, totalizando 96 horas de observação para cada animal/tratamento.

#### **4.6 Parâmetros ruminais e sanguíneos**

No 21º dia de cada um dos quatro períodos experimentais foram coletadas amostras de sangue, conteúdo e líquido ruminal. Estas coletas iniciaram-se antes do fornecimento da alimentação matinal, consistindo no tempo zero, e às 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 e 24 horas após a alimentação. Os parâmetros pH ruminal, nitrogênio plasmático e protozoários, foram analisados em todos estes horários, o que soma 208 amostras para cada um dos parâmetros avaliados (13 horários x 4 animais x 4 períodos). Entretanto, por limitações de caráter operacional, os ácidos graxos voláteis (AGVs) foram analisados apenas para os tempos de coleta 0, 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20 e 24 horas, totalizando 144 amostras para cada um destes parâmetros (9 horários x 4 animais x 4 períodos).

As coletas para análise dos parâmetros ruminais foram feitas manualmente, via cânula ruminal, obtendo-se uma amostra homogênea, composta por uma parte de conteúdo e outra de líquido ruminal. Imediatamente após cada coleta, o pH ruminal foi aferido por meio de potenciômetro digital e

uma alíquota deste material ainda não filtrado foi separada para ser fixada e analisada quanto aos protozoários ruminais.

O líquido ruminal coletado para determinação das concentrações de ácidos graxos voláteis foi obtido após filtração do conteúdo ruminal em uma dupla camada de gaze e misturada com ácido fosfórico na proporção de 1 mL deste ácido para cada 10 mL de amostra. Estas amostras foram acondicionadas em recipientes plásticos vedados e armazenadas a -10 °C, para posterior análise, a qual foi feita no Laboratório de Cromatografia da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG.

As concentrações de ácidos graxos voláteis total e dos ácidos acético, propiônico e butírico, foram determinadas utilizando os métodos descritos por Wilson (1971), em que as amostras após serem descongeladas à temperatura ambiente, foram centrifugadas a 17.000 g, filtradas em filtro de porosidade de 45 µm e armazenadas em frascos para injeção em um cromatógrafo de gás (Agilent Technologies, modelo 6890N).

As amostras para avaliação das populações de protozoários ruminais foram analisadas no Laboratório de Protozoologia, Universidade Federal de Juiz de Fora, MG. Estas consistiram de 20 mL de conteúdo ruminal, sendo imediatamente fixadas em formol na proporção de 1:2 (DEHORITY, 1984) e armazenadas em frascos plásticos. A identificação dos ciliados baseou-se em Ogimoto e Imai (1981) e a quantificação dos gêneros de ciliados foi feita em câmara Sedgewick-Rafter, segundo Dehority (1984) com a modificação proposta por Agosto e Carneiro (1999).

As amostras de sangue para determinação de nitrogênio ureico plasmático foram coletadas por meio de punção venosa da veia jugular, utilizando-se tubos *vacutainer* contendo heparina como anticoagulante. Após coletadas, as amostras foram centrifugadas a 4.000 g por 20 minutos para separação do plasma sanguíneo, o qual foi acondicionado em tubos *ependorf* e

armazenado a -10 °C. As análises foram feitas no Laboratório Antonucci, localizado no município de Conselheiro Lafaiete, sendo o nitrogênio ureico plasmático determinado pelo método enzimático colorimétrico (*Kit Labtest Diagnóstico SA, Lagoa Santa, MG*).

#### **4.7 Análises Laboratoriais**

Para a determinação da matéria seca parcial dos alimentos, sobras e fezes, foi utilizada estufa de circulação forçada de ar com temperatura regulada para 60 °C por 72 horas. Após a pré-secagem, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey com peneira de 1 mm, identificadas e armazenadas em recipientes plásticos.

As amostras de feno, ingredientes, *pellets*, sobras e fezes foram analisadas para MS e PB segundo as metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002) e a metodologia descrita por Soest et al. (1991) para determinação da FDN do feno, rações, ingredientes, sobras e fezes.

A digestibilidade aparente no trato total foi calculada de acordo com a fórmula:

$$\text{Digestibilidade (\%)} = \frac{\text{Nutriente consumido} - \text{Nutriente excretado nas fezes}}{\text{Nutriente consumido}} \times 100$$

#### **4.8 Análise estatística**

O delineamento experimental utilizado foi um quadrado latino 4x4 (4 animais e 4 períodos), sendo um tratamento por período. Cada período experimental teve 21 dias, sendo 14 dias de adaptação e 7 dias de coleta.

O modelo estatístico foi:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + p_j + a_k + e_{k(ij)}$$

Sendo:

$Y_{ijk}$  a observação referente ao tratamento  $i$ , no período  $j$  dentro do animal  $k$ ;

$\mu$  uma constante associada a todas as observações;

$t_i$  o efeito do tratamento  $i$ , com  $i = 1,2,3,4$ ;

$p_j$  o efeito do período  $j$ , com  $j = 1,2,3,4$ ;

$a_k$  o efeito do animal  $k$ , com  $k = 1,2,3,4$ ;

$e_{k(ij)}$  o erro experimental associado a todas as observações, com distribuição normal de média zero e variância  $\delta^2$ .

Os efeitos dos níveis de inclusão de ureia nos *pellets* sobre as variáveis relacionadas ao consumo, digestibilidade e balanço de N, foram avaliados por meio de análises de regressão linear e quadrática ( $\alpha = 0,05$ ) pelo PROC REG do pacote estatístico SAS versão 9.0 (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE - SAS INSTITUTE, 2004). Utilizou-se o LSMEANS do PROC GLM do pacote estatístico SAS versão 9.0 para geração das médias das variáveis e respectivos erros-padrão (SAS INSTITUTE, 2004).

As variáveis de fermentação ruminal e a concentração de nitrogênio ureico no plasma foram analisadas pelo procedimento MIXED do pacote estatístico SAS versão 9.0, segundo delineamento QL 4 x 4 em esquema de parcelas subdivididas, com os tratamentos (níveis de inclusão de ureia nos *pellets*) alocados nas parcelas e os tempos de amostragem nas subparcelas. O modelo para análise de variância incluiu como fontes de variação: ovino, fase, tratamento, tempo, a interação tratamento x tempo, além do resíduo. As

comparações das médias foram realizadas pelo procedimento LSMEANS ( $\alpha = 0,05$ ) do pacote estatístico SAS versão 9.0 (SAS INSTITUTE, 2004).

A densidade de protozoários ciliados no rúmen foi avaliada pelo modelo linear generalizado, cuja análise de variância incluiu como fontes de variação: ovino, fase, tratamento, tempo, pH ruminal, a interação tratamento x tempo, além do resíduo. Foram utilizados os procedimentos GLM do software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2008).

#### **4.9 Ensaio de degradabilidade ruminal**

Para o ensaio de degradabilidade, amostras dos tratamentos avaliados foram moídas separadamente, em moinho de martelo, para obter tamanho de partícula de 2,0 mm segundo metodologia proposta por Nocek (1988).

Os sacos para incubação foram confeccionados com tecido não tecido (TNT) (100 g/m<sup>2</sup>), nas dimensões de 9,0 x 14,0 cm, selados em máquina seladora a quente e colocados em estufa de ventilação forçada a 65 °C por 48 horas. Depois de secos, foram colocados em dessecador e pesados. As amostras foram secas em estufa a 65 °C por 24 h e posteriormente pesadas quatro gramas que preencheram os sacos (ORSKOV, 1992).

Foram utilizados nove tempos de incubação: 0, 2, 4, 8, 12, 24, 36 e 48 horas, definidos em semelhança a outros trabalhos que avaliaram tratamentos similares ao do presente estudo (MONTEILS et al., 2002; ORSKOV, 1992; TEIXEIRA et al., 1999). Os horários avaliados foram definidos de acordo com as recomendações de Nocek (1988), segundo as quais:

- a) de 0 a 6 horas de incubação, que sejam utilizados de 3 a 6 horários;
- b) de 6 a 24 horas de incubação, que sejam utilizados de 3 a 6 horários;

- c) acima de 25 horas de incubação, que sejam utilizados horários com intervalos de 6 a 12 horas;

O ensaio de degradabilidade foi conduzido segundo recomendações de Nocek (1988), utilizando quatro carneiros machos previamente adaptados às dietas experimentais e providos de cânula ruminal.

Os sacos correspondentes a cada tempo de incubação foram amarrados por fios de náilon com 25 cm de comprimento livre dentro do rúmen junto à lastros de chumbo de 100 g, sendo introduzidos na região do saco ventral.

No total, foram confeccionados 384 sacos (4 carneiros x 4 tratamentos x 8 tempos x 3 repetições), distribuídos de forma que cada um dos animais incubasse três repetições de todos os horários, para cada um dos quatro tratamentos, num esquema em quadrado latino, composto assim por quatro fases de incubação. Em cada fase, cada um dos carneiros recebia 24 sacos, que foram incubados do maior para o menor intervalo de tempo. Devido ao pequeno volume ruminal dos ovinos, cada animal recebia os sacos referentes aos horários 48, 36 e 24 horas, que depois de completados os tempos de incubação, foram removidos de modo a permitir a incubação dos demais.

Após a retirada dos sacos contendo o resíduo da amostra, estes foram imediatamente introduzidos em balde com gelo para a paralisação da fermentação e posteriormente congelados para que todos os sacos fossem lavados simultaneamente. Os sacos referentes ao tempo zero foram introduzidos neste balde e imediatamente retirados, recebendo o mesmo tratamento dos demais tempos.

A lavagem dos sacos foi feita em água corrente, onde os sacos depositados em um recipiente permaneciam sob água corrente até a completa remoção de resíduos de conteúdo ruminal. Após a lavagem, os sacos foram colocados em estufa a 65 °C, por 72 horas, resfriados em dessecador e pesados.

As rações peletizadas dos tratamentos com 0, 4, 8 ou 12% de inclusão de ureia, foram analisadas quanto ao teor de MS, bem como os resíduos remanescentes dos sacos de náilon, sendo a degradabilidade da MS obtida pela diferença de peso encontrada entre as pesagens, antes e após a incubação ruminal e expressa em percentagem.

Os parâmetros de degradação ruminal da matéria seca dos *pellets* com diferentes níveis de inclusão de ureia, foram estimados pelo processo interativo do algoritmo *Marquardt*, com auxílio do procedimento para modelos não lineares (PROC NLIN) do pacote estatístico SAS versão 9.0. Os dados de degradação parcial de cada tratamento foram ajustados por ovino, segundo a equação proposta por Mehrez e Ørskov (1977), sendo, posteriormente, submetidos a análises de regressão linear e quadrática ( $\alpha = 0,05$ ) pelo PROC REG do pacote estatístico SAS versão 9.0 (SAS INSTITUTE, 2004). As degradabilidades efetivas foram calculadas segundo Ørskov e McDonald (1979), utilizando-se taxas de passagem no rúmen de 2, 5 e 8%/h (NUTRIENT..., 1984).

Modelos de degradação ruminal da matéria seca foram também ajustados (PROC NLIN do pacote estatístico SAS versão 9.0) por tratamento, segundo a equação proposta por Mehrez e Ørskov (1977), utilizando-se, simultaneamente, as quatro repetições disponíveis (ovinos).

#### **4.10 Ensaio de digestibilidade *in vitro***

O experimento foi conduzido no Laboratório de Pesquisas com Ruminantes e Laboratório de Nutrição Animal, pertencentes ao Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Lavras.

Foi utilizado um ovino macho, sem raça definida e fistulado no rúmen, para retirada do líquido ruminal. O animal previamente adaptado ao consumo de farelo de batata peletizado com ureia foi alimentado com feno de Tifton 85 e 600

gramas de uma mistura composta pelos quatro tratamentos avaliados, fornecidos duas vezes ao dia. O fornecimento de água, sal mineral e volumoso foram *ad libitum*.

O conteúdo ruminal foi coletado antes da alimentação matinal e imediatamente filtrado, sendo o líquido ruminal obtido acondicionado em garrafa térmica previamente aquecida com água a 39 °C. Posteriormente, adicionou-se solução de saliva artificial a este líquido ruminal, perfazendo uma amostra numa proporção de 4:1 que foi incubada junto de cinco gramas de cada um dos tratamentos testados segundo a técnica de dois estádios de Tilley e Terry (1963).

Amostras dos quatro tratamentos avaliados foram moídas utilizando-se peneira de crivo de 1,0 mm e além destes, foram também preparadas e incubadas amostras de feno de Tifton 85 e do farelo de batata puro, desidratado e moído. Terminada a incubação, os conteúdos remanescentes de cada tubo foram secos em estufa a 105 °C por 12 horas e pesados para a determinação do resíduo para serem analisados quanto aos teores de MS e efetuar o cálculo dos coeficientes de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) conforme a equação:

$$\text{DIVMS (\%)} = \frac{\text{g/MS amostra} - (\text{g/MS residual} - \text{papel filtro} - \text{g/MS branco}) \times 100}{\text{g/MS amostra}}$$

Os efeitos dos níveis de inclusão de ureia nos *pellets* sobre a digestibilidade *in vitro* da matéria seca dos mesmos foram avaliados em delineamento inteiramente casualizado com seis repetições, por meio de análises de regressão linear e quadrática ( $\alpha = 0,05$ ) pelo PROC REG do pacote estatístico SAS versão 9.0. Utilizou-se o LSMEANS do PROC GLM do pacote estatístico SAS versão 9.0 (SAS INSTITUTE, 2004) para geração das médias das variáveis e respectivos erros-padrão.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos quanto à bromatologia da batata diversa, nas formas ralada e; ralada e prensada, demonstram que o procedimento de prensagem manual adotado durante o processamento da batata para retirada do excesso de água após a trituração, não promoveu perdas significativas de seus constituintes (Tabela 8).

Os valores obtidos encontram-se dentro dos limites mencionados da composição química e valor nutricional de diferentes produtos obtidos a partir do processamento da batata, os quais podem variar de acordo com o tipo de subproduto, onde a MS apresenta teores variáveis entre 10-30%; a PB entre 5-27%; FDN de 4-41% e EE de 3 a 37% (NELSON, 2010).

O farelo de batata obtido neste estudo apresentou teores de 89, 1% de MS; 9,5% de PB e 4,1% de FDN. Tawila, Omer e Gad (2008) trabalharam com resíduo úmido de casca de batata proveniente de uma indústria alimentícia, seco ao sol. Os teores de MS, PB, FDN e FDA encontrados foram de 90; 14; 41 e 6,3% respectivamente, sendo o teor de FDN obtido superior ao do farelo de batata, mas isso em função do resíduo utilizado ser a casca, componente rico em celulose e hemicelulose.

Tabela 8 Percentuais de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), minerais, fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE) e extrato não nitrogenado (ENN) de “batata diversa” ralada (BR) e “batata diversa” ralada e prensada (BRP)

	<b>BR</b>	<b>BRP</b>
MS	17,69	17,62
PB	9,10	9,50
Minerais	4,14	3,74
FB	3,09	4,14
EE	2,55	2,68
ENN	81,24	79,78

## 5.1 Ensaio de digestibilidade *in vivo*

### 5.1.1 Consumo e digestibilidade

Os consumos de MS (Tabela 9), PB (Tabela 10) e FDN (Tabela 11) provenientes do feno fornecido não diferiram entre os tratamentos em nenhuma das formas de expressá-los ( $P > 0,05$ ). O consumo de MS dos *pellets* fornecidos e da dieta total foi reduzido ( $P < 0,05$ ) à medida que se elevou os níveis de ureia na dieta devido ao fornecimento de 24 gr de ureia/dia, fixado para os três níveis de sua inclusão na dieta. Logo, a quantidade fornecida em MS foi diferente entre os quatros tratamentos, em função da menor quantidade ofertada conforme se elevou o nível de ureia na dieta. Este mesmo comportamento é observado quanto ao consumo de PB e FDN e se justifica pela diferença na quantidade fornecida de *pellets*.

Destaca-se que independente da quantidade de MS, PB e FDN fornecida nos *pellets*, o consumo destas frações não diferiu em relação ao feno fornecido e foram superiores aos registrados por Salvador et al. (2004) em ovelhas com peso similar aos carneiros utilizados neste experimento ( $46,36 \pm 4,71$  kg x  $46 \pm 5,3$  kg) submetidas a dieta de feno de capim coastcross e amireias com 100, 150,

180 e 200% de equivalente proteico, cujos consumo de MS foram respectivamente de: 834,15; 813,06; 907,96 e 804,62 g/dia. Neste experimento, Salvador et al. (2004) não verificaram diferenças quanto ao consumo de MS, MO, FDN e FDA entre as amireias avaliadas.

Da mesma forma, o consumo de MS, MO, PB, FDN e FDA em novilhos alimentados com silagem de polpa de batata tratada ou não com ureia, não foi afetado (SUGIMOTO et al., 2007). Segundo Ørskov (1992), o nitrogênio suplementar pode não influenciar no consumo de MS quando a dieta apresenta teores de proteína superiores a 12%.

A digestibilidade da MS apresentou comportamento linear com a adição de ureia na dieta ( $P = 0,02$ ) e quadrático para a proteína ( $P = 0,01$ ), sendo os valores obtidos, respectivamente: 49,5 e 53%; 64,2 e 77,6%; 59,5 e 75,35%; 66,2 e 79,18% para os níveis de 0, 4, 8 ou 12% de ureia.

A digestibilidade aparente da MS nos tratamentos peletizados com ureia, foi maior que a relatada para amireias com 100, 150, 180 e 200% de equivalente proteico, cujas digestibilidade da MS foram de: 53,64; 53,53; 54,26 e 55,03 em ovinos (SALVADOR et al., 2004). Essa superioridade pode ser devido à característica estrutural do amido, a qual afeta a taxa de digestão, sendo que a proporção entre amilose/amilopectina é negativamente correlacionada com a digestibilidade do amido, podendo ainda ser influenciada pela interação entre tamanho e organização dos grânulos de amido, embora a natureza desta interação não seja clara (SVIHUS; UHLEN; HARSTAD, 2005). O conteúdo de amilose da batata é de 200 g Kg<sup>-1</sup>, enquanto o trigo e milho apresentam 250 g Kg<sup>-1</sup> (THOMAS; VLIET; POE, 1998). Logo, a maior digestibilidade do amido de batata peletizado em comparação ao amido de milho extrusado, pode ser devido à diferença no conteúdo de amilose.

Shieh-zadeh e Harbers (1974) avaliaram os efeitos de suplementos proteicos em rações de cordeiros, utilizando sorgo ou batata, ambos extrusados

com ureia (44% de equivalente proteico) sob baixa ou alta temperatura em comparação ao farelo de soja. A batata extrusada a baixa temperatura, apresentou resultados inferiores para a digestibilidade da MS (35,28%) em comparação ao sorgo (56,65%) ou farelo de soja (58,88%). Entretanto, quando submetida à alta temperatura, os valores não diferiram dos demais, apresentando coeficientes de digestibilidade de MS e PB respectivamente de 54,28 e 62,47%.

A batata apresenta quantidades elevadas de fosfato e estes se associam ao amido na região amorfa dos grânulos podendo ser um importante obstáculo à digestão (SVIHUS; UHLEN; HARSTAD, 2005). Desta forma, espera-se que o tratamento térmico rompa esta estrutura do grânulo de amido favorecendo sua digestão.

Nos estudos conduzidos por Salvador et al. (2004) e Shieh-zadeh e Harbers (1974), a digestibilidade da MS de amireias com diferentes equivalentes proteicos e da batata extrusada, apresentou valores que variam entre 53 a 55%, os quais são inferiores aos registrados no presente trabalho (64,2; 59,5 e 66,2% respectivamente, para 4, 8 e 12 % de inclusão de ureia). Estes resultados evidenciam que a peletização demonstrou ser um processo eficaz na promoção da gelatinização do amido de batata, o que conseqüentemente aumenta a sua digestibilidade, maximizada ainda, pela adição de ureia.

Em novilhos alimentados com feno de *Phleum pratense*, a inclusão de 20, 50 e 80% de silagem de polpa de batata, tratada com 0 ou 0,5% de ureia, não afetou os consumos de MS, MO, PB, FDN e FDA, nem a digestibilidade destes componentes, sendo a digestibilidade média da MS e PB, nos três níveis de inclusão de silagem tratada com ureia, de 60 e 70% (SUGIMOTO et al., 2007).

Tabela 9 Digestibilidade *in vivo* (DMS) e consumo de matéria seca (CMS) em ovinos alimentados com feno de Tifton 85 e rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia

Variável	Nível de ureia no <i>pellet</i> (%)				EPM <sup>1</sup>	Equação de regressão
	0	4	8	12		
DMS	49,58	64,28	59,53	66,22	4,08	$\hat{y} = 53,12425 + 1,12981X$ ; $r^2 = 0,32$ ; $P = 0,02$
CMS feno						
g/dia	1.085,84	1.050,59	1.106,14	1.120,25	41,56	$\hat{y} = 1.090,70$ ( $P=0,67$ )
g/kg PV <sup>0,75</sup>	60,83	60,02	63,18	63,27	2,55	$\hat{y} = 61,82$ ( $P=0,74$ )
% PV	2,35	2,31	2,43	2,42	0,10	$\hat{y} = 2,38$ ( $P=0,80$ )
CMS <i>pellet</i>						
g/dia	528,60	538,75	266,22	170,26	3,15	$\hat{y} = 578,0865 - 33,68838X$ ; $r^2 = 0,87$ ; $P < 0,0001$
g/kg PV <sup>0,75</sup>	30,12	30,69	15,14	9,70	0,63	$\hat{y} = 32,933 - 1,92019X$ ; $r^2 = 0,84$ ; $P < 0,0001$
% PV	1,56	1,18	0,58	0,37	0,03	$\hat{y} = 1,263 - 0,07363X$ ; $r^2 = 0,82$ ; $P < 0,0001$
CMS total						
g/dia	1.614,43	1.589,34	1.372,36	1.290,52	40,93	$\hat{y} = 1.644,96925 - 29,718X$ ; $r^2 = 0,38$ ; $P = 0,01$
g/kg PV <sup>0,75</sup>	91,35	90,71	78,32	72,98	2,80	$\hat{y} = 93,4685 - 1,68788X$ ; $r^2 = 0,35$ ; $P = 0,02$
% PV	3,50	3,49	3,02	2,80	0,11	$\hat{y} = 3,591 - 0,06475X$ ; $r^2 = 0,31$ ; $P = 0,02$

<sup>1</sup> Erro-padrão da média

Tabela 10 Digestibilidade *in vivo* (DPB) e consumo de proteína bruta (CPB) em ovinos alimentados com feno de Tifton 85 e rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia

Variável	Nível de ureia no <i>pellet</i> (%)				EPM <sup>1</sup>	Equação de regressão
	0	4	8	12		
DPB	53,19	77,62	75,35	79,18	2,72	$\hat{y} = 54,82775 + 5,75662X - 0,32203X^2$ ; $r^2 = 0,74$ ; $P = 0,01$
CPB feno						
g/dia	101,88	93,34	99,90	101,20	4,44	$\hat{y} = 99,08$ (P=0,54)
g/kg PV <sup>0,75</sup>	5,74	5,56	5,71	5,71	0,29	$\hat{y} = 5,68$ (P=0,97)
CPB <i>pellet</i>						
g/dia	46,73	106,89	76,71	62,62	4,52	$\hat{y} = 52,05475 + 14,35837X - 1,16016X^2$ ; $r^2 = 0,60$ ; $P = 0,001$
g/kg PV <sup>0,75</sup>	2,65	6,09	4,34	3,55	0,25	$\hat{y} = 2,955 + 0,8175X - 0,06609X^2$ ; $r^2 = 0,58$ ; $P = 0,001$
CPB total						
g/dia	148,62	200,23	176,60	163,81	5,94	$\hat{y} = 152,91925 + 12,62575X - 1,00641X^2$ ; $r^2 = 0,37$ ; $P = 0,02$
g/kg PV <sup>0,75</sup>	8,39	11,42	10,06	9,28	0,40	$\hat{y} = 8,63825 + 0,74862X - 0,05969X^2$ ; $r^2 = 0,36$ ; $P = 0,02$

<sup>1</sup> Erro-padrão da média

Tabela 11 Consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) em ovinos alimentados com feno de Tifton 85 e rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia

Variável	Nível de ureia no <i>pellet</i> (%)				EPM <sup>1</sup>	Equação de regressão
	0	4	8	12		
<i>CFDN feno</i>						
g/dia	835,62	800,20	846,57	860,93	31,34	$\hat{y} = 835,83$ (P=0,59)
g/kg PV <sup>0,75</sup>	47,14	45,74	48,32	48,62	1,93	$\hat{y} = 47,45$ ; (P=0,71)
<i>CFDN pellet</i>						
g/dia	66,54	55,00	27,41	14,53	5,20	$\hat{y} = 68,41775 - 4,59087X$ ; $r^2 = 0,81$ ; P<0,0001
g/kg PV <sup>0,75</sup>	3,82	3,13	1,55	0,82	0,31	$\hat{y} = 3,9135 - 0,26381X$ ; $r^2 = 0,76$ ; P<0,0001
<i>CFDN total</i>						
g/dia	902,17	855,21	873,98	875,46	32,62	$\hat{y} = 876,70$ (P=0,79)
g/kg PV <sup>0,75</sup>	50,96	48,87	49,86	49,45	2,02	$\hat{y} = 49,78$ (P=0,89)

<sup>1</sup> Erro-padrão da média

### 5.1.2 Aspectos comportamentais

A frequência dos atos comportamentais avaliados (Tabela 12) não apresentou diferenças quando comparadas entre os animais ou tratamentos, à exceção do comportamento de inquietude, cuja frequência foi maior ( $p>0,05$ ) em um dos animais, o qual se apresentou mais agitado, debatendo-se na gaiola e raspando o piso. Este comportamento foi comum aos demais, mas limitava-se ao horário de fornecimento do alimento, quando também ocorriam vocalizações, e nestas condições, sendo considerado normal.

Tabela 12 Frequência (%) das atividades comportamentais observadas em ovinos alimentados com rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia

Atividades	Animais				Nível de ureia no <i>pellet</i> (%)			
	A 3	A 15	A 20	A 24	0	4	8	12
Ruminação	30	37	35	27	34	29	34	32
Ingestão	24	20	22	20	20	20	23	24
Ócio em pé	15	13	18	24	16	20	15	19
Ócio deitado	9	10	9	10	10	13	8	7
Dormindo	7	11	8	10	10	7	12	6
Inquietude	9 <sup>a</sup>	3 <sup>b</sup>	2 <sup>b</sup>	2 <sup>b</sup>	5	5	3	5
Mastigação	4	5	5	6	6	5	5	6
Ingestão de água	1	1	1	-	1	1	1	1
Ingestão de sal	1	-	-	1	-	-	-	-

<sup>a, b</sup> = letras iguais nas linhas são semelhantes pelo teste t ( $P<0,05$ )

Pressupõe-se que esse aumento na inquietude, seja decorrente de estresse gerado pelo confinamento em gaiola metabólica, visto que este animal apresentou-se inquieto durante todo período experimental, independentemente da dieta consumida, logo a alteração comportamental destacada não parece estar relacionada à dieta. Quando observado o consumo individual de todos os

carneiros, estes apresentaram valores médios muito próximos, não apresentando variações que pudessem justificar o comportamento observado.

Em ruminantes, as atividades diárias são caracterizadas por três comportamentos básicos: alimentação, ruminação e ócio, sendo que sua duração e distribuição podem ser influenciadas pelas características da dieta, manejo, condições climáticas e atividade dos animais do grupo (FISHER et al., 1997).

Com base nos aspectos comportamentais avaliados e no consumo de ovinos alimentados com rações à base de farelo de batata peletizado com ureia, considera-se que esta ração foi introduzida com êxito havendo boa aceitação pelos dos animais.

### **5.1.3 Balanço de nitrogênio**

Os resultados obtidos para as quantidades de N ingerido, excretado nas fezes, urina e absorvido, são apresentados na Tabela 13 e diferiram ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos.

O nitrogênio absorvido foi positivamente correlacionado à digestibilidade da MS ( $r^2=0,74$ ;  $P=0,0009$ ) e da proteína bruta ( $r^2=0,85$ ;  $P=0,0001$ ), enquanto que o N fecal apresentou correlação negativa com a digestibilidade da MS ( $r^2=0,78$ ;  $P=0,0004$ ) e da proteína bruta ( $r^2=0,92$ ;  $P=0,0001$ ). Logo, à medida que a digestão da MS e PB é maximizada, reduz-se a excreção de N nas fezes, aumentando a quantidade absorvida.

Tabela 13 Balanço aparente de nitrogênio (N) em ovinos alimentados com rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia

Variável	Nível de ureia no <i>pellet</i> (%)				EPM <sup>1</sup>	Equação de regressão
	0	4	8	12		
N ingerido						
g/dia	23,78	32,04	28,26	26,21	0,95	$\hat{y} = 24,46638 + 2,02034X - 0,16105X^2$ ; $r^2 = 0,37$ ; $P = 0,02$
g/kg <sup>0,75</sup> /dia	1,34	1,83	1,61	1,48	0,06	$\hat{y} = 1,38175 + 0,12044X - 0,00961X^2$ ; $r^2 = 0,36$ ; $P = 0,02$
N nas fezes						
g/dia	11,98	7,44	7,12	5,80	1,14	$\hat{y} = 10,9155 - 0,47206X$ ; $r^2 = 0,53$ ; $P = 0,001$
g/kg <sup>0,75</sup> /dia	0,68	0,43	0,40	0,33	0,06	$\hat{y} = 0,62125 - 0,02687X$ ; $r^2 = 0,53$ ; $P = 0,001$
N na urina						
g/dia	4,42	9,10	8,82	10,58	0,91	$\hat{y} = 5,49950 - 0,45519X$ ; $r^2 = 0,31$ ; $P = 0,02$
g/kg <sup>0,75</sup> /dia	0,25	0,51	0,50	0,61	0,05	$\hat{y} = 0,307 - 0,02675X$ ; $r^2 = 0,32$ ; $P = 0,02$
N absorvido						
g/dia	11,80	24,60	21,14	20,42	1,10	$\hat{y} = 12,74663 + 3,09541X - 0,21129X^2$ ; $r^2 = 0,58$ ; $P = 0,005$
g/kg <sup>0,75</sup> /dia	0,67	1,40	1,20	1,16	0,05	$\hat{y} = 0,72075 + 0,17706X - 0,01211X^2$ ; $r^2 = 0,58$ ; $P = 0,004$
N retido						
g/dia	7,38	15,50	12,32	9,84	1,60	$\hat{y} = 7,97425 + 2,09450X - 0,16578X^2$ ; $r^2 = 0,22$ ; $P = 0,08$
g/kg <sup>0,75</sup> /dia	0,42	0,88	0,71	0,54	0,09	$\hat{y} = 0,45037 + 0,12353X - 0,00988X^2$ ; $r^2 = 0,22$ ; $P = 0,08$
Balanço de N (%) <sup>2</sup>	30,90	48,21	42,94	32,88	5,51	$\hat{y} = 38,74$ ( $P=0,18$ )

<sup>1</sup> Erro-padrão da média

<sup>2</sup> Nitrogênio ingerido aparentemente retido

A quantidade de N retido não foi influenciada pelo nível de inclusão de ureia na dieta ( $P=0,08$ ), mas apresentou maiores valores nos tratamentos com níveis de 4 e 8% de ureia. Nestes mesmos tratamentos, o balanço de nitrogênio (percentual do retido/ingerido) foi numericamente superior, mas sem diferença estatística significativa ( $P=0,08$ ). Entretanto, ambos os parâmetros foram significativamente correlacionados ( $r^2=0,97$ ;  $P<0,001$ ).

Em ovinos alimentados com batata extrusada com ureia (44% de equivalente proteico) sob baixa ou alta temperatura, o balanço de nitrogênio (% do retido pelo ingerido) foi respectivamente de -11,25 e 13,91%. Considerando apenas o tratamento obtido sob alta temperatura, os valores obtidos para N ingerido, fecal, urinário e retido foram de 22,06; 7,76; 11,56 e 2,74 (SHIEHZADEH; HARBERS, 1974). Segundo os autores, a utilização de ureia, em rações com elevada proporção de forragem, é melhorada quando ela é fornecida extrusada junto a uma fonte de amido.

Os valores observados neste trabalho, cujo balanço de nitrogênio variou de 30,9 a 48,2%, foram consideravelmente superiores aos de Shieh-zadeh e Harbers (1974), indicando que a peletização foi mais efetiva na obtenção de um produto à base de batata capaz de maximizar a utilização de ureia em comparação à extrusão.

O nível de 4 e 8% de ureia na ração à base de farelo de batata peletizado, revelou um balanço de N cujos valores foram superiores ou similares (48,21 e 42,94%) aos registrados por Tawila, Omer e Gad (2008) para uma mistura concentrada comercial (40,27%).

A inclusão de 19% ou 27% de silagem de batata na dieta de novilhos, não alterou o balanço de N, o qual ficou em torno de 22,4% (PEN et al., 2006), mas quando 50% de farelo de batata é incorporado à dieta em substituição a um concentrado comercial, o balanço é negativamente influenciado, caindo de 40,27% para 27,82%.

#### **5.1.4 Parâmetros sanguíneos e ruminais**

##### **5.1.4.1 pH ruminal**

Os valores mínimo e máximo observados para o pH ruminal foram de 6,3 e 7,2. Neste intervalo, as variações ocorridas não foram significativas de modo que não foram observados efeitos dos tratamentos ( $P=0,67$ ), tempo de coleta, nem da interação tratamento x horário de coleta ( $P=0,22$ ) sobre o pH ruminal (Tabela 14). As oscilações verificadas ao longo do dia são ilustradas no Gráfico 1.

Sob condições normais, o pH ruminal apresentou valores médios em torno de 5,5 a 7,0; atingindo valores mínimos geralmente entre duas a seis horas após a alimentação, o que corresponde ao pico de produção de ácidos resultantes da atividade fermentativa (DEHORITY, 2003). De acordo com Oliveira et al. (1987) a concentração de ciliados no rúmen de ovinos, tende a se tornar estável com pH em torno de 6,9 numa faixa considerada ótima também para bactérias celulolíticas (DEHORITY, 2003).

Os valores obtidos estão próximos aos registrados por Azevedo et al. (2010), os quais avaliaram os efeitos da utilização de ureia encapsulada, na dieta de novilhos alimentados com feno de Tifton. De acordo com estes autores, não são previstas alterações significativas no pH ruminal nesse tipo de dieta, tendo em vista a baixa relação concentrado: volumoso dos tratamentos utilizados.

Tabela 14 pH do líquido ruminal de ovinos alimentados com rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia

Tempo	Nível de ureia no <i>pellet</i> (%)				Médias	EPM <sup>1</sup>
	0	4	8	12		
0	7,05	6,92	7,00	6,80	6,94	0,17
2	6,75	7,05	6,90	7,20	6,97	0,17
4	6,65	6,70	6,60	7,05	6,75	0,17
6	6,65	6,57	6,70	6,87	6,70	0,17
8	6,80	6,95	6,70	6,80	6,81	0,17
10	6,55	6,70	6,87	6,85	6,74	0,17
12	6,30	6,47	6,62	6,80	6,55	0,17
14	6,45	6,45	6,8	6,60	7,12	0,17
16	6,70	6,85	6,80	6,65	6,75	0,18
18	6,77	6,62	6,55	6,65	6,65	0,17
20	6,85	6,92	6,70	6,67	6,78	0,17
22	6,95	6,75	6,85	6,67	6,80	0,17
24	7,17	6,95	6,97	6,82	6,98	0,17
Médias	6,74	6,76	6,94	6,80	-	-
EPM <sup>1</sup>	0,12	0,12	0,12	0,12	-	-

<sup>1</sup> Erro-padrão da média

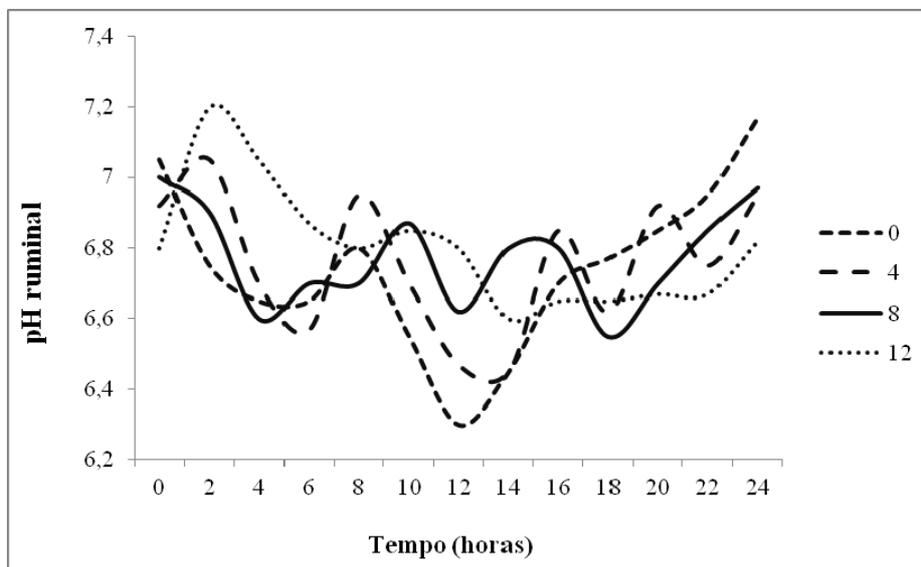


Gráfico 1 pH ruminal de ovinos alimentados com rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia

#### 5.1.4.2 Ácidos graxos voláteis

Os valores dos ácidos graxos totais, no fluido ruminal, para os tratamentos nos diferentes horários de coleta estão apresentados na Tabela 15. Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) na concentração molar dos ácidos graxos totais nos valores médios de cada tratamento, na interação tratamento x horários nem na média dos tempos de coleta.

O Gráfico 2 ilustra o comportamento da concentração molar dos ácidos graxos totais no fluido ruminal, e destaca que os níveis de 0 e 8% de ureia apresentaram comportamento similar ao longo do tempo, embora as oscilações verificadas não tenham sido significativas.

Tabela 15 Concentração molar dos ácidos graxos voláteis totais ( $\mu\text{MOL}/\text{mL}$ ) no fluido ruminal de ovinos alimentados com rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia

Tempo	Nível de ureia no <i>pellet</i> (%)				Médias	EPM <sup>1</sup>
	0	4	8	12		
0	96,07	95,44	103,48	104,63	99,90	5,66
2	97,88	107,57	104,19	77,97	96,90	5,04
4	107,10	101,15	103,21	84,04	98,87	5,25
6	100,16	103,30	99,66	83,92	96,76	5,65
8	81,05	109,39	83,29	93,87	91,90	5,04
12	95,58	111,93	93,88	83,19	96,14	5,04
16	81,46	103,79	84,41	83,23	88,22	5,46
20	92,88	88,61	93,42	95,25	92,54	5,46
24	76,51	77,77	87,97	95,52	84,44	5,04
Médias	92,07	99,88	94,83	89,07	-	-
EPM <sup>1</sup>	4,11	4,06	4,17	4,30	-	-

<sup>1</sup> Erro-padrão da média

A sincronização entre a degradação ruminal de carboidratos e nitrogênio, pode melhorar a fermentação ruminal, logo, um aumento na produção de AGV e maior disponibilidade de aminoácidos, podem ser observados, embora em vários estudos esta resposta não tenha sido obtida (YANG et al., 2010).

A fermentação de carboidratos por microrganismos ruminais, resulta na produção de AGV, cuja concentração molar reflete a degradação ruminal dos carboidratos, sendo que as proporções molares dos AGV (acetato, propionato e butirato) refletem a natureza do substrato em fermentação, sendo indispensável a disponibilidade de N ruminal, para que a degradação ruminal de carboidratos não seja limitada. Portanto, em dietas com carboidratos semelhantes, não se espera alterações na concentração molar de AGV, a menos que haja deficiência de N ruminal (NOCEK; TAMMINGA, 1991).

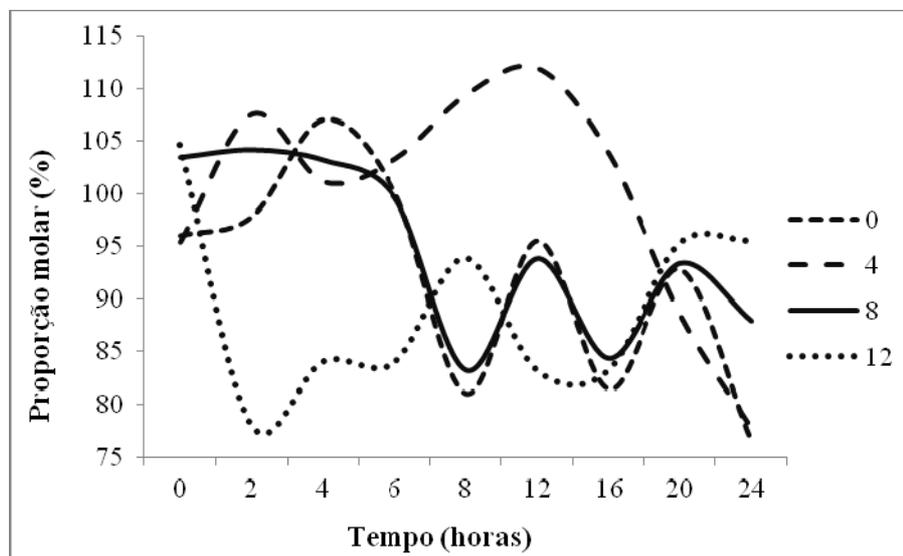


Gráfico 2 Concentração molar dos ácidos graxos voláteis totais (µMOL/ mL) no fluido ruminal de ovinos alimentados com rações à base de "farelo de batata diversa" peletizado com ureia

Segundo Calsamiglia et al. (2008), mudanças na digestão de nutrientes e na fermentação microbiana, se devem aos efeitos combinados do pH ruminal e da dieta em proporções diferentes, dependendo do parâmetro analisado, alterações nas concentrações de acetato e butirato são na sua maioria dependentes do pH, enquanto, que a proporção acetato: propionato é mais afetada pelo tipo de dieta. Por outro lado, as concentrações de ácidos graxos voláteis e de propionato, são afetadas por ambos, pH e dieta, em proporções semelhantes.

### 5.1.4.3 Acetato

Os valores de acetato no fluido ruminal, para os tratamentos, nos vários horários de coleta estão apresentados na Tabela 16. Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) nos valores médios obtidos quanto ao tipo de tratamento, horários de coleta ou na interação tratamento x horário.

Tabela 16 Concentração molar de acetato ( $\mu\text{MOL/ mL}$ ) no fluido ruminal de ovinos alimentados com rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia

Tempo	Nível de ureia no <i>pellet</i> (%)				Médias	EPM <sup>1</sup>
	0	4	8	12		
0	70,40	72,12	79,42	81,23	75,79	4,18
2	70,10	78,90	78,74	58,91	71,66	3,71
4	76,87	73,76	76,06	63,71	72,60	3,87
6	72,49	71,51	74,68	63,59	70,57	4,17
8	57,97	80,55	62,13	71,74	68,10	3,71
12	67,64	80,12	69,32	63,45	70,13	3,71
16	58,20	75,67	63,69	63,64	65,30	4,02
20	68,13	65,48	70,51	73,65	69,44	4,03
24	56,22	57,81	66,91	74,41	63,83	3,71
Médias	66,45	72,88	71,27	68,26	-	-
EPM <sup>1</sup>	2,87	2,83	2,92	3,01	-	-

<sup>1</sup> Erro-padrão da média

As proporções molares dos AGV (acetato, propionato e butirato), mencionado anteriormente, refletem a natureza do substrato em fermentação, sendo que carboidratos de lenta degradação (fibra) promovem a formação de acetato, enquanto que os de rápida degradação produzem mais propionato (NOCEK; TAMMINGA, 1991).

Shiehzadeh e Harbers (1974) verificaram que a maior gelatinização do amido do sorgo ou da batata, tende a elevar a concentração de acetato em ambos, e a de butirato para o amido de batata, mas não verificaram diferença quanto à proporção de acetato: propionato. Os valores obtidos para acetato, propionato e butirato, para o sorgo e batata extrusados com ureia, a alta temperatura, foram respectivamente: 50, 20 e 11  $\mu\text{mol/mL}$ ; e 63, 22 e 19  $\mu\text{mol/mL}$ .

A proporção molar de acetato aumentou ( $P < 0,05$ ) enquanto a de propionato (Tabela 17) apresentou tendência à redução, na medida em que se elevaram os níveis de ureia na dieta, provavelmente em função da melhoria obtida na digestibilidade da MS (Tabela 9), especialmente da porção fibrosa da dieta. Os valores apresentados neste estudo foram superiores aos encontrados por Saleh et al. (2008) que foram de 35,5 e 37,3% de acetato respectivamente em silagem e feno de batata.

Tabela 17 Proporção molar de acetato (% do AGV total) no fluido ruminal de ovinos alimentados com rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia.

Tempo	Nível de ureia no <i>pellet</i> (%)				Médias	EPM <sup>1</sup>
	0	4	8	12		
0	73,52	75,90	76,82	77,37	75,90 <sup>a</sup>	0,51
2	71,85	73,51	75,53	75,01	73,97 <sup>bc</sup>	0,46
4	71,87	72,32	73,82	76,06	73,52 <sup>b</sup>	0,48
6	72,54	69,85	74,83	75,59	73,20 <sup>b</sup>	0,51
8	71,37	73,60	74,93	76,68	74,14 <sup>bc</sup>	0,46
12	70,69	71,59	74,03	76,37	73,17 <sup>b</sup>	0,46
16	71,49	72,87	74,99	76,79	74,03 <sup>bc</sup>	0,49
20	73,27	73,85	75,64	77,16	74,98 <sup>ac</sup>	0,49
24	73,56	74,05	76,14	77,90	75,41 <sup>a</sup>	0,46
Médias	72,24 <sup>a</sup>	73,06 <sup>a</sup>	75,19 <sup>b</sup>	76,55 <sup>b</sup>	-	-
EPM <sup>1</sup>	0,49	0,49	0,50	0,50	-	-

<sup>1</sup> Erro-padrão da média

<sup>a, b</sup> = letras iguais nas linhas são semelhantes pelo teste t ( $P < 0,05$ )

<sup>a, b, c</sup> = letras iguais nas colunas são semelhantes pelo teste t ( $P < 0,05$ )

#### 5.1.4.4 Propionato

Os resultados obtidos para a concentração molar de propionato são apresentados na Tabela 18 e estes não diferiram em relação ao tratamento, nem apresentaram interação tempo x tratamento ( $P>0,05$ ). Entretanto, a concentração deste ácido foi menor após 24 horas do fornecimento matinal da dieta.

Tabela 18 Concentração molar de propionato ( $\mu\text{MOL/ mL}$ ) no fluido ruminal de ovinos alimentados com rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia

Tempo	Nível de ureia no <i>pellet</i> (%)				Médias	EPM <sup>1</sup>
	0	4	8	12		
0	17,97	16,24	17,57	16,49	17,07 <sup>a</sup>	1,13
2	19,38	19,99	18,32	13,19	17,72 <sup>a</sup>	1,03
4	21,52	19,10	19,55	14,24	18,60 <sup>a</sup>	1,06
6	19,95	19,28	18,27	14,06	17,89 <sup>a</sup>	1,13
8	16,54	20,64	15,18	15,41	16,94 <sup>a</sup>	1,03
12	20,55	22,99	17,75	13,63	18,73 <sup>a</sup>	1,03
16	17,28	20,08	15,09	13,66	16,53 <sup>ab</sup>	1,10
20	17,41	16,18	16,31	15,11	16,25 <sup>ab</sup>	1,10
24	13,70	13,76	14,97	15,28	14,43 <sup>b</sup>	1,03
Médias	18,26	18,69	17,00	14,56	-	-
EPM <sup>1</sup>	1,20	1,19	1,20	1,22	-	-

<sup>a, b</sup> = letras iguais nas colunas são semelhantes pelo teste t ( $P<0,05$ )

<sup>1</sup> Erro-padrão da média;

A proporção molar de propionato, também apresentou variação significativa ( $P < 0,05$ ) de acordo com o horário de coleta, enquanto o valor médio obtido para o tratamento com 12% de ureia foi marginalmente significativo ( $P = 0,06$ ) (Tabela 19).

Tabela 19 Proporção molar de propionato (% do AGV total) no fluido ruminal de ovinos alimentados com rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia

Tempo	Nível de ureia no <i>pellet</i> (%)				Médias	EPM <sup>1</sup>
	0	4	8	12		
0	18,51	17,00	16,92	15,88	17,08 <sup>a</sup>	0,42
2	19,65	18,55	17,63	16,95	18,20 <sup>b</sup>	0,40
4	19,91	19,56	18,85	16,47	18,69 <sup>bc</sup>	0,41
6	19,85	18,65	18,42	16,61	18,38 <sup>b</sup>	0,42
8	19,96	18,99	17,89	15,98	18,20 <sup>b</sup>	0,40
12	21,06	20,59	18,79	16,05	19,12 <sup>c</sup>	0,40
16	20,66	19,48	18,26	16,08	18,62 <sup>bc</sup>	0,41
20	18,69	18,23	17,35	15,83	17,52 <sup>a</sup>	0,41
24	17,99	17,75	16,94	15,97	17,16 <sup>a</sup>	0,40
Médias	19,58	18,75	17,89	16,20	-	-
EPM <sup>1</sup>	0,69	0,69	0,70	0,70	-	-

<sup>1</sup> Erro-padrão da média

<sup>a, b, c</sup> = letras iguais nas colunas são semelhantes pelo teste t ( $P < 0,05$ )

#### 5.1.4.5 Butirato

Os valores de butirato no fluido ruminal, para os tratamentos nos vários horários de coleta, são apresentados na Tabela 20. Não houve efeito do tempo de coleta, nem da interação tempo x tratamento ( $P>0,05$ ). O valor máximo registrado foi obtido para o tratamento com 4% de inclusão de ureia.

Tabela 20 Concentração molar de butirato ( $\mu\text{MOL/ mL}$ ) no fluido ruminal de ovinos alimentados com rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia

Tempo	Nível de ureia no <i>pellet</i> (%)				Médias	EPM <sup>1</sup>
	0	4	8	12		
0	7,64	7,02	6,48	6,79	6,98	0,64
2	8,39	8,67	7,11	5,86	7,51	0,57
4	8,69	8,28	7,42	6,08	7,61	0,59
6	7,70	12,49	6,71	6,33	8,31	0,64
8	6,54	8,19	5,98	6,71	6,85	0,57
12	7,38	8,81	6,80	6,10	7,27	0,57
16	6,20	8,04	5,44	5,91	6,40	0,62
20	7,32	6,94	6,45	6,39	6,78	0,62
24	6,59	6,20	6,08	5,83	6,17	0,57
Médias	7,38 <sup>ab</sup>	8,29 <sup>a</sup>	6,50 <sup>b</sup>	6,22 <sup>b</sup>	-	-
EPM <sup>1</sup>	0,39	0,39	0,40	0,42	-	-

<sup>1</sup> Erro-padrão da média

<sup>a, b</sup> = letras iguais nas linhas são semelhantes pelo teste t ( $P<0,05$ ).

Embora as concentrações molares de butirato tenham diferido entre os tratamentos, a concentração máxima obtida foi de 8,29  $\mu\text{mol/mL}$ , a qual é inferior à descrita para tratamento similar, em que batata foi extrusada com ureia sob baixa ou alta temperatura, sendo os valores obtidos de 11 e 19  $\mu\text{mol/mL}$  (SHIEHZADEH; HARBERS, 1974).

Valores mais elevados para a concentração molar de butirato, foram também obtidos por Oliveira Júnior et al. (2004) para a ureia (11,80 mM) e amireia 150S (11,80mM), sendo que as concentrações de acetato obtidas por este autor, foram também mais elevadas que a do presente trabalho, indicando maior fermentabilidade das dietas por eles utilizadas, as quais foram constituídas por apenas 20% de volumoso (bagaço de cana).

O butirato e lactato são os maiores indutores de alterações patológicas no epitélio ruminal, logo, concentrações elevadas destes ácidos são indesejáveis, considerando-se a integridade e atividade metabólica da parede ruminal (COSTA et al., 2008).

A proporção molar de butirato não apresentou variações significativas ao longo do tempo, nem em razão do tratamento e interação tratamento x tempo ( $P>0,05$ ). Os valores obtidos (Tabela 21) ficaram abaixo dos registrados por Hindle et al. (2005) para amido de batata (12,8%); Sugimoto et al. (2007) para silagem de batata tratada com 0,5% de ureia (entre 10 a 12%) e Saleh et al. (2008) para silagem (17,2 %) ou feno (21,8%) de batata.

Tabela 21 Proporção molar de butirato (% do AGV total) no fluido ruminal de ovinos alimentados com rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia

Tempo	Nível de ureia no <i>pellet</i> (%)				Médias	EPM <sup>1</sup>
	0	4	8	12		
0	7,93	7,07	6,25	6,60	6,97	0,43
2	8,49	7,93	6,83	8,02	7,82	0,38
4	8,21	8,10	7,19	7,47	7,74	0,40
6	7,60	11,49	6,74	7,76	8,40	0,43
8	8,66	7,40	7,16	7,32	7,64	0,38
12	8,24	7,82	7,16	7,57	7,70	0,38
16	7,99	7,64	6,61	7,12	7,34	0,42
20	8,03	7,90	6,92	6,85	7,43	0,42
24	8,43	8,19	6,91	6,11	7,41	0,38
Médias	8,18	8,17	6,86	7,20	-	-
EPM <sup>1</sup>	0,37	0,37	0,37	0,38	-	-

<sup>1</sup> Erro-padrão da média

#### 5.1.4.6 Acetato: propionato

Os valores da relação acetato: propionato são apresentados na Tabela 22, diferindo em relação ao tempo de coleta e tratamento ( $P < 0,05$ ), mas não houve interação entre tempo e tratamento ( $P > 0,05$ ). Valores mínimos foram atingidos às 12 horas, horário que coincide com o fornecimento vespertino da dieta, devido à maior concentração molar de propionato neste horário (Tabela 18), provavelmente quando ocorre maior degradação do amido.

Tabela 22 Relação acetato: propionato no fluido ruminal ( $\mu\text{MOL/ mL}$ ) de ovinos alimentados com rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia

Tempo	Nível de ureia no <i>pellet</i> (%)				Médias	EPM <sup>1</sup>
	0	4	8	12		
0	4,00	4,44	4,56	4,89	4,47 <sup>a</sup>	0,10
2	3,69	3,98	4,31	4,44	4,10 <sup>b</sup>	0,10
4	3,66	3,74	4,00	4,65	4,01 <sup>bc</sup>	0,10
6	3,70	3,75	4,12	4,60	4,04 <sup>bc</sup>	0,10
8	3,61	3,89	4,24	4,84	4,14 <sup>b</sup>	0,10
12	3,38	3,50	4,02	4,82	3,93 <sup>c</sup>	0,10
16	3,48	3,76	4,21	4,82	4,07 <sup>bc</sup>	0,10
20	3,95	4,05	4,41	4,92	4,33 <sup>a</sup>	0,10
24	4,15	4,18	4,54	4,93	4,45 <sup>a</sup>	0,10
Médias	3,73 <sup>a</sup>	3,92 <sup>ab</sup>	4,27 <sup>bc</sup>	4,77 <sup>c</sup>	-	-
EPM <sup>1</sup>	0,16	0,16	0,16	0,16	-	-

<sup>1</sup> Erro-padrão da média

<sup>a, b, c</sup> = letras iguais nas linhas são semelhantes pelo teste t ( $P < 0,05$ )

<sup>a, b, c</sup> = letras iguais nas colunas são semelhantes pelo teste t ( $P < 0,05$ )

Após este horário, a relação acetato: propionato volta a aumentar até o momento da alimentação matinal, quando novamente decresce. Esse comportamento pode estar relacionado à diminuição na degradação do amido ao longo do tempo, enquanto o feno de Tifton continua sendo fermentado, alterando desta forma a relação entre ambos os ácidos.

De acordo com Calsamiglia et al. (2008), o principal fator que influencia na proporção acetato:propionato, é o tipo de dieta. Pen et al. (2006) verificaram relação acetato: propionato de 4,21; 4,46 e 4,14 respectivamente, para os níveis de 0, 19 e 27% de inclusão de silagem de resíduos de batata, em substituição a concentrado comercial na dieta de novilhos.

No presente estudo, a menor relação acetato: propionato (3,73) foi verificada para o tratamento sem ureia e a maior para o tratamento com 12% de

ureia (4,77), refletindo a diferença relatada quanto à quantidade de *pellets* fornecida, visto que o tratamento com maior nível de ureia foi fornecido em menor quantidade (gramas de MS/dia).

#### **5.1.4.7 Protozoários ciliados**

O modelo linear generalizado construído foi simplificado a partir da exclusão das variáveis que não tiveram efeito significativo sobre a densidade total de protozoários, obtendo-se um modelo significativo que explica 7% da variação da densidade ( $F_{7, 200} = 2.165$ ;  $P=0,03$ ), havendo um efeito significativo da fase ( $P=0,02$ ) sobre os ciliados ruminais. As diferentes concentrações de ureia não tiveram efeito significativo sobre a variação da densidade total de protozoários ( $P=0,57$ ).

O mesmo procedimento anteriormente descrito foi adotado em relação à densidade de protozoários do gênero *Entodinium*, cujas populações foram as mais representativas no rúmen, representando 89,7; 88,3; 86,8 e 88,4% da densidade total, respectivamente para os tratamentos com 0, 4, 8 e 12% de inclusão de ureia. Para *Entodinium* obteve-se um modelo significativo que explica 10% da variação da densidade ( $F_{10, 197} = 2,251$ ;  $P=0,01$ ), havendo efeito significativo da fase ( $P= 0,02$ ) sobre os ciliados ruminais e marginalmente significativo da interação tratamento x tempo ( $P= 0,05$ ).

Os gêneros de protozoários observados e suas densidades médias, em cada tratamento avaliado, são apresentados na Tabela 23.

Tabela 23 Densidade média de protozoários ciliados/mL de conteúdo ruminal ( $\times 10^4$ ) em ovinos alimentados com rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia

Gêneros	Nível de ureia no <i>pellet</i> (%)							
	0		4		8		12	
	Média	EPM <sup>1</sup>	Média	EPM <sup>1</sup>	Média	EPM <sup>1</sup>	Média	EPM <sup>1</sup>
<i>Dasytricha</i>	4,63	0,50	4,56	0,50	4,88	0,90	4,99	0,21
<i>Entodinium</i>	63,59	3,03	65,25	4,94	61,91	5,45	64,78	4,98
<i>Eodinium</i>	0,88	0,14	0,65	0,03	0,71	0,09	0,85	0,18
<i>Eremoplastron</i>	0,42	0,16	0,34	0,10	0,52	0,09	0,62	0,07
<i>Eudiplodinium</i>	0,04	0,02	0,06	0,02	0,02	0,02	0,12	0,05
<i>Isotricha</i>	1,88	0,21	2,99	0,12	1,74	0,04	1,63	0,24
<i>Metadinium</i>	0,58	0,10	0,59	0,09	0,58	0,05	0,59	0,08
<i>Polyplastron</i>	0,16	0,16	0,60	0,60	0,48	0,42	0,36	0,30
Total	70,86	4,04	73,87	5,45	71,26	5,88	73,28	5,52

<sup>1</sup> Erro-padrão da média

Maior diversidade de ciliados foi verificada em comparação a outros estudos com ovinos, nos quais não foram observados os gêneros *Eodinium*, *Eremoplastron* e *Metadinium* (NOGUEIRA FILHO et al., 1999, 2000). A predominância do gênero *Entodinium* é conhecida na literatura, podendo ocorrer tanto em bovinos quanto em ovinos, em diferentes condições alimentares (AGOSTO; SANTA-ROSA, 1998; COALHO et al., 2003; MARTINELE et al., 2008; NOGUEIRA FILHO et al., 1999, 2000; NOUR et al., 1979).

Em condições *in vitro*, observou-se que os efeitos da inclusão de ureia na dieta, sobre os protozoários ruminais, são dependentes do nível de ureia, sendo que a densidade destes organismos pode ser positiva ou negativamente afetada (NOUR et al., 1979).

Coalho et al. (2003), ao adicionarem ureia à dieta de bovinos, observaram intensa atividade ureática no rúmen, favorecendo a multiplicação de protozoários ciliados do gênero *Entodinium*. Variações no pH ruminal em função do tratamento e do tempo de coleta foram relatadas, o qual variou entre 6,3 a 6,9. Este efeito estimulante da ureia sobre os protozoários ruminais foi também observado em outros trabalhos (NOGUEIRA FILHO et al., 1999, 2000).

Lopes et al. (2008) constataram que o fornecimento de cana-de-açúcar com diferentes níveis de ureia não modificou a densidade populacional de protozoários ciliados do rúmen de vacas Holandês x Zebu em lactação. Entretanto, em função do tempo de amostragem, verificou-se que *Entodinium*, *Diplodinium* e o número total de ciliados, bem como o pH ruminal, apresentaram valores reduzidos, logo após a alimentação e correlacionaram a queda do pH, à redução na densidade populacional, conforme o horário de coleta.

Os ciliados do rúmen apresentam alta sensibilidade às variações do pH ruminal, estando sujeitos à morte quando este atinge limites inferiores a 5,5. No presente estudo, as concentrações de AGV totais (Tabela 15), conseqüentemente do pH ruminal (Tabela 14), não apresentaram variações que fossem significativas conforme os diferentes tratamentos ou horários de coletas avaliados e mantiveram valores muito próximos de 6,9; que, de acordo com Oliveira et al. (1987), seria o pH ideal para que as concentrações de ciliados no rúmen de ovinos se tornem estáveis. Presume-se que a manutenção do pH em torno deste valor mencionado tenha sido decisiva na manutenção da comunidade de protozoários ruminais.

#### 5.1.4.8 Nitrogênio ureico plasmático

A Concentração de N ureico no plasma é apresentada na Tabela 24. Este parâmetro aumentou significativamente ( $P>0,05$ ) quando se incluiu ureia na dieta, independente do nível utilizado. Estas concentrações se mostraram variáveis em virtude do tempo decorrido após a alimentação e a interação tempo x tratamento mostrou-se significativa (Tabela 24). O comportamento do N ureico plasmático ao longo do dia, nos diferentes tratamentos pode ser visualizado no Gráfico 3.

Embora o N ureico plasmático não tenha diferido ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos com ureia, os níveis de 4 e 8% de ureia na dieta, apresentaram valores numericamente menores que o nível de 12%, o que confere menor perda energética pelo animal no processo de metabolização da ureia no fígado. Considerando que o fornecimento de ureia foi calculado de modo que em todos os níveis de inclusão fosse fornecido 24 g de ureia, esta diferença observada pode ser decorrente de um menor aporte energético no tratamento com 12% de ureia, onde foi fornecido e consumido 170,26 g de *pellet*, enquanto que nos tratamentos com 4 e 8% foram consumidos 538,75 e 266,22 g de MS de *pellets*.

Tabela 24 Concentração de N ureico (mg/dL) no plasma de ovinos alimentados com rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia

Tempo	Nível de ureia no <i>pellet</i> (%)				Médias	EPM <sup>1</sup>
	0	4	8	12		
0	19,89 <sup>Aa</sup>	34,44 <sup>ACab</sup>	28,91 <sup>Aab</sup>	38,90 <sup>Ab</sup>	30,53 <sup>a</sup>	2,63
2	19,87 <sup>Aa</sup>	38,66 <sup>A ab</sup>	35,72 <sup>Aab</sup>	40,15 <sup>ABb</sup>	33,60 <sup>ac</sup>	2,63
4	20,46 <sup>Aa</sup>	53,16 <sup>B b</sup>	37,79 <sup>Ac</sup>	45,59 <sup>ABbc</sup>	39,25 <sup>b</sup>	2,63
6	18,68 <sup>Aa</sup>	39,17 <sup>A b</sup>	37,56 <sup>Ab</sup>	51,10 <sup>Bb</sup>	36,62 <sup>bc</sup>	2,63
8	18,67 <sup>Aa</sup>	33,39 <sup>ACb</sup>	37,56 <sup>Abc</sup>	50,09 <sup>Bc</sup>	34,92 <sup>bc</sup>	2,63
10	6,16 <sup>Ba</sup>	29,48 <sup>ACb</sup>	41,26 <sup>Bb</sup>	55,87 <sup>BCc</sup>	33,19 <sup>ac</sup>	2,63
12	12,55 <sup>ABa</sup>	33,09 <sup>ACb</sup>	37,47 <sup>Ab</sup>	58,06 <sup>BCc</sup>	35,29 <sup>bc</sup>	2,63
14	12,21 <sup>ABa</sup>	33,06 <sup>ACb</sup>	29,92 <sup>Ab</sup>	54,39 <sup>BCbc</sup>	32,39 <sup>ac</sup>	2,63
16	11,06 <sup>ABa</sup>	32,29 <sup>ACb</sup>	29,89 <sup>Ab</sup>	48,89 <sup>Bc</sup>	30,53 <sup>ac</sup>	2,68
18	13,89 <sup>ABa</sup>	33,10 <sup>ACb</sup>	32,72 <sup>ABb</sup>	49,39 <sup>Bc</sup>	32,27 <sup>ac</sup>	2,63
20	16,61 <sup>Aa</sup>	33,38 <sup>ACb</sup>	30,68 <sup>Ab</sup>	43,88 <sup>Ab</sup>	31,14 <sup>ac</sup>	2,63
22	15,49 <sup>Aa</sup>	37,22 <sup>ACb</sup>	32,67 <sup>ABb</sup>	36,58 <sup>Ab</sup>	30,49 <sup>ac</sup>	2,63
24	18,90 <sup>Aa</sup>	29,09 <sup>ACab</sup>	30,87 <sup>Aab</sup>	35,97 <sup>Ab</sup>	28,70 <sup>a</sup>	2,63
Médias	15,73 <sup>a</sup>	35,35 <sup>b</sup>	34,08 <sup>b</sup>	46,83 <sup>b</sup>	-	-
EPM <sup>1</sup>	4,15	4,15	4,16	4,15	-	-

<sup>1</sup> Erro-padrão da média

<sup>a, b</sup> = letras iguais nas linhas são semelhantes pelo teste t (P<0,05)

<sup>A, B, C</sup> = letras iguais nas colunas são semelhantes pelo teste t (P<0,05)

A ureia se transforma rapidamente em amônia e se os ácidos graxos voláteis necessários à síntese de proteína microbiana não estiverem suficientemente disponíveis, grande quantidade de nitrogênio amoniacal é absorvido pela parede do rúmen, sobrecarregando o fígado e aumentando a concentração de amônia no sangue, podendo levar à intoxicação dos animais (SALMAN, 2008).

A concentração de N ureico plasmático postulada como normal para a raça ovina diverge entre autores, os quais citam variações entre 17 a 75 mg/dL (CORTADA et al., 2000; MENEZES et al., 2006). Neste estudo, as

concentrações de N ureico plasmático observadas nos tratamentos com adição de ureia foram superiores ao tratamento sem ureia. Entretanto, os animais não apresentaram sinais de intoxicação, conforme revelado no estudo comportamental, de modo que o prejuízo acarretado por esta elevação do N plasmático possa estar relacionado ao gasto energético para seu metabolismo.

A ureia é transformada em amônia numa velocidade muito maior que a transformação de lignocelulose em ácidos graxos voláteis necessários à síntese de proteína microbiana. Desta forma, grande quantidade de nitrogênio amoniacal é absorvida pela parede do rúmen, aumentando a concentração de amônia no sangue, o que é potencializado quando o volumoso da dieta é de baixa qualidade, conforme o utilizado neste trabalho.

O efeito ( $p < 0,05$ ) do horário de coleta na concentração de N-ureico se deve ao fato de que com o avanço do tempo pós-prandial, aumenta-se a absorção de nitrogênio, o que acarreta maior concentração no sangue, que pode atingir picos no intervalo de 2 a 4 horas pós-refeição. Neste estudo, verificou-se maior concentração de N-ureico no plasma 4 horas após a primeira alimentação, cujos valores mais elevados se mantiveram até às 8 horas, porém sendo reduzidos no decorrer do dia.

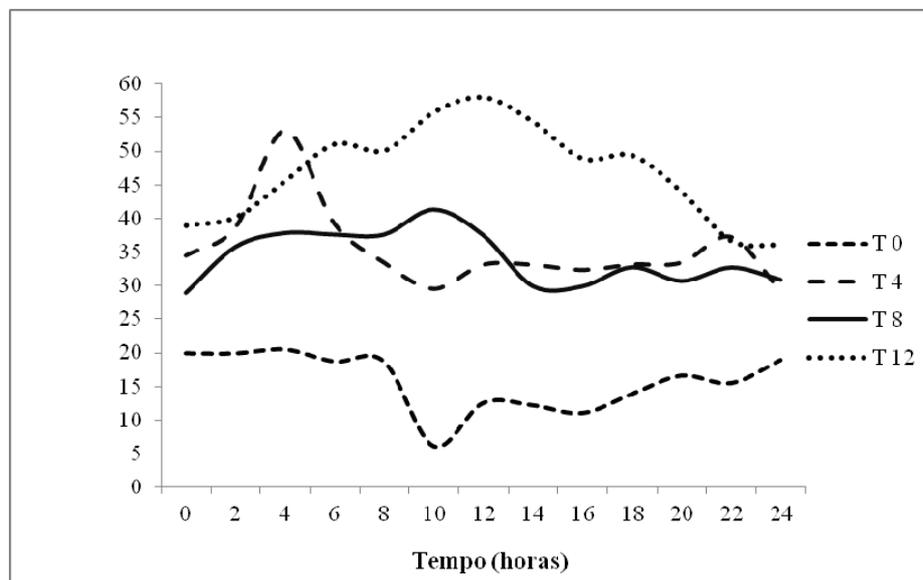


Gráfico 3 Concentração de N ureico no plasma (mg/dL) de ovinos alimentados com rações à base de "farelo de batata diversa" peletizado com ureia

## 5.2 Degradabilidade ruminal

As frações solúvel (a), potencialmente degradável (b), a taxa de degradação da fração "b" (c), a degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) encontram-se na Tabela 25. Nenhum destes parâmetros estimados apresentou correlação significativa ( $P > 0,05$ ) com os tratamentos avaliados. Os valores obtidos para as frações "a" e "b" não diferiram entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ) e se mostraram consideravelmente diferentes dos obtidos para amireias contendo milho ou mandioca, cujos valores variaram entre 30,5 a 36,5% para a fração "a" (TEIXEIRA et al., 1999); bem como da silagem de batata tratada ou não com ureia (respectivamente 30,3 e 38%) (SUGIMOTO et al., 2007).

Tabela 25 Parâmetros de degradação ruminal *in situ* da matéria seca de rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com níveis crescentes de ureia (%)

Variável <sup>1</sup>	Nível de ureia no <i>pellet</i> (%)				EPM <sup>2</sup>	Equação de regressão e valor de P para efeito quadrático
	0	4	8	12		
a (%)	7,14	2,10	12,15	4,34	2,24	$\hat{y} = 6,43$ (P=0,91)
b (%)	78,25	85,24	72,86	87,52	2,79	$\hat{y} = 80,96$ (P=0,42)
c (%/h)	5,15	6,88	7,39	4,75	0,87	$\hat{y} = 5,05513 + 0,80159X - 0,06824X^2$ ; $r^2 = 0,31$ ; P = 0,0304
DP (%)	85,38	87,35	85,02	91,86	2,12	$\hat{y} = 87,40$ (P=0,18)
DE2 (%)	61,94	67,07	68,94	65,74	1,19	$\hat{y} = 61,85325 + 1,89269X - 0,13008X^2$ ; $r^2 = 0,44$ ; P = 0,0218
DE5 (%)	45,66	50,34	55,04	46,80	1,15	$\hat{y} = 45,01163 + 2,62416X - 0,20176X^2$ ; $r^2 = 0,45$ ; P = 0,0079
DE8 (%)	37,00	40,58	46,68	36,80	1,12	$\hat{y} = 36,07738 + 2,65872X - 0,21012X^2$ ; $r^2 = 0,40$ ; P = 0,0119

<sup>1</sup>Parâmetros obtidos segundo a equação proposta por Mehrez e Orskov (1977), onde: a = fração solúvel; b = fração insolúvel, potencialmente degradável; c = taxa de degradação da fração b; DP = degradabilidade potencial (a + b); DE2, DE5, DE8 = degradabilidades efetivas, calculadas conforme Ørskov e McDonald (1979), considerando taxas de passagem no rúmen de 2, 5 e 8%/h, respectivamente (NUTRIENT..., 1984). <sup>2</sup>Erro-padrão da média

Zeoula et al. (1999) determinaram a degradabilidade ruminal do amido de diferentes alimentos e obtiveram valores entre 18,4 a 87,3 % para a fração “a” e destacaram que a fração solúvel do amido obtida pela lavagem dos sacos, no tempo zero, pode ser superestimada, devido à ocorrência de perdas de partículas do interior do saco, influenciando, desse modo, os valores de degradabilidade ruminal dos alimentos e comprometendo os parâmetros “b” e “c”.

Outros fatores como porosidade do saco de náilon, granulometria do alimento e origem dos grãos, podem influir na determinação da fração “a”, comprometendo as frações “b” e “c” e, conseqüentemente, a degradabilidade do amido (HERRERA-SALDANA; HUBER; POORE, 1990). No presente estudo foram utilizados sacos de tecido não-tecido (TNT – 100 g/m<sup>2</sup>), material diferente dos utilizados nos estudos apresentados e que pode ter levado a uma subestimativa das frações degradáveis no rúmen. Outro fator que contribuiu para os valores relativamente mais baixos obtidos para os parâmetros de degradação analisados foi o da diferença obtida entre os teores de matéria seca do resíduo, os quais foram em torno de 10% maiores que do alimento incubado.

A taxa de degradação “c” diferiu entre os tratamentos ( $P = 0,03$ ), sendo maior quando se adicionou 8 e 12% de ureia na dieta, apresentando taxas de respectivamente, 6,88 e 7,39 (%/h). Estes valores ficaram próximos aos obtidos para a amireia 45S tendo milho como fonte de amido na forma moída (6,6%/ h) (TEIXEIRA et al., 1999); silagem de polpa de batata tratada ou não com 0,5% de ureia (6,3 e 6,5%/ h) (SUGIMOTO et al., 2007) e silagem de polpa de batata tendo como fonte de nitrogênio farelo de soja ou glúten de milho (7,4 e 6,4%/ h) (SUGIMOTO et al., 2008).

A degradabilidade potencial não variou entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ), entretanto, a degradabilidade efetiva, considerando taxas de passagem no rúmen de 2, 5 e 8%/h, foi maior ( $P = 0,01$ ) nos tratamentos com 8 e 12% de inclusão de ureia (Tabela 25). A degradação potencial para o nível de 12% de inclusão de

ureia no *pellet* de farelo de batata a 5%/h (55,0%) foi similar à registrada para amireia 45S tendo milho como fonte de amido na forma inteiro, quebrado ou moído (respectivamente, 56,8; 54 e 57,4%) (TEIXEIRA et al., 1999).

### 5.3 Digestibilidade *in vitro* da matéria seca

Os valores médios obtidos para a digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS), dos tratamentos avaliados são apresentados na Tabela 26 e foram influenciados pelo nível de inclusão de ureia na dieta. Em relação ao feno de Tifton 85 e o farelo de batata puro (apenas o tubérculo desidrato e moído), estes apresentaram coeficientes de DIVMS médios de:  $54,46 \pm 5,61$  e  $94,86 \pm 4,89$ , sendo a digestibilidade obtida para o feno próxima à apresentada por Gonçalves et al. (2003), onde variou entre 57% (idade de corte de 28-84 dias) e 54,5% (corte aos 84 dias). O farelo de batata puro, embora não tenha sido estatisticamente comparado aos tratamentos avaliados, apresentou um valor médio próximo aos obtidos quando este farelo foi peletizado com níveis crescentes de ureia.

Tabela 26 Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (%), de rações à base de “farelo de batata diversa” peletizado com ureia

	Nível de ureia no <i>pellet</i> (%)				Equação de regressão
	0	4	8	12	
Medi a	92,06	96,29	96,42	95,87	$\hat{y} = 92,23467 + 1,18533X - 0,07469X^2$ ; $r^2 = 0,36$ ; $P = 0,02$
EPM i	0,88	0,88	0,88	0,88	

<sup>1</sup> Erro-padrão da média

Tawila, Omer e Gad (2008) determinaram a digestibilidade *in vitro* da MS e MO do resíduo de casca de batata seco ao sol e obtiveram os seguintes resultados: 85,38 e 88,70%; valores superiores aos obtidos para um concentrado comercial, cujos valores foram de 58,4 e 63,75%. Apesar da alta digestibilidade apresentada por este resíduo, o valor obtido para a DIVMS foi consideravelmente menor do que os obtidos neste estudo para o farelo de batata puro (94,86%), ou ao tratamento sem adição de ureia (92%). Esta superioridade pode ser explicada pelo alto teor de FDN observado por Tawila, Omer e Gad (2008) no resíduo da casca de batata (41%), em comparação aos tratamentos com farelo de batata diversa (11%).

Ezequiel, Soares e Seixas (2001) avaliaram o efeito da suplementação com farelo de algodão, ureia ou amireia em dietas com silagem de milho e milho moído, sobre a digestibilidade *in vitro* da MS, sendo os valores obtidos respectivamente de 70,5; 69,8 e 72,7%. Segundo estes autores, em dietas com silagem de milho e milho moído a suplementação com ureia fornece bons resultados de digestibilidade *in vitro*. Os percentuais de digestibilidade apresentados no presente trabalho mostraram-se superiores aos de Ezequiel, Soares e Seixas (2001), sendo que os altos percentuais de digestibilidade observados podem implicar em aumento do consumo de matéria seca e da taxa de passagem no rúmen (EZEQUIEL; SOARES; SEIXAS, 2001). Este último aspecto é de relevante importância visto que, a taxa de passagem acaba interferindo na redução da idade média da população microbiana, em função da remoção de organismos maduros. Assim, a demanda energética de manutenção desta microbiota é reduzida, elevando a eficiência de uso da energia do sistema para crescimento microbiano (SALVADOR et al., 2004).

Mediante os aspectos anteriormente considerados, Ezequiel, Soares e Seixas (2001) sugeriram que em estudos de digestão *in vitro*, com dietas contendo fontes nitrogenadas de alta solubilidade ou degradabilidade, o

conhecimento da taxa de passagem deve ser associado e conseqüentemente o tempo de permanência no rúmen que as mesmas proporcionam. Isso é importante para que se descrevam as digestibilidades em vários tempos, e não somente a quantidade degradada em um único tempo, destacando a importância da avaliação da digestibilidade *in situ* considerando diferentes tempos de incubação.

A respeito do incremento na digestibilidade *in vitro* da MS em função dos níveis de ureia na dieta, Caldas Neto et al. (2007) destacaram que quando se eleva o nível de proteína degradável no rúmen a digestibilidade *in vitro* da MS pode ser aumentada, entretanto, sem que ocorra necessariamente um aumento na atividade microbiana, principalmente em dietas contendo ureia, de elevada solubilidade.

Em um sistema de cultura contínua, o fornecimento de peptídeos em substituição à ureia, promoveu aumento na digestibilidade da FDA, na produção total de AGV e nas concentrações molares de isobutirato, isovalerato e valerato, evidenciando que a microbiota ruminal apresenta exigências de nitrogênio superiores à disponibilidade de amônia (GRISWOLD et al., 1996).

Logo, o comportamento quadrático observado pode ser explicado, pois, com o aumento do nível de ureia na dieta (4 e 8%), houve maior disponibilidade de nitrogênio para a atividade microbiana, o que elevaria a degradabilidade da MS. Entretanto, os ácidos graxos de cadeia ramificada ou peptídeos, podem ter se tornados limitantes para a atividade microbiana a partir do nível de 12% de ureia.

#### 5.4 Considerações finais

Resíduos da cadeia produtiva da batata vêm sendo avaliados na alimentação de ruminantes, principalmente na forma de silagens, sendo que a peletização até então não era um processo de conservação recomendado, devido às dificuldades operacionais e redução no consumo alimentar (NICHOLSON; FRIEND; CUNNINGHAM, 1964).

Neste estudo, destaca-se que o produto obtido com a peletização do “farelo de batata diversa”, misturado a outros ingredientes, apresentou resultados satisfatórios quanto às características dos *pellets* obtidos, apresentando resultados bromatológicos e nutricionais satisfatórios.

A inclusão de 4, 8 e 12% de ureia a esta mistura à base de “farelo de batata diversa” não afetou o consumo de matéria seca, proteína e FDN do feno de Tifton, sendo que os níveis de 4 e 8% possibilitaram um incremento na digestibilidade da matéria seca, a qual foi superior à relatada para amireia e outros produtos à base de batata, extrusados ou peletizados. Considerando a capacidade de retenção de nitrogênio (nitrogênio ingerido aparentemente retido) e a concentração de nitrogênio ureico plasmático, recomenda-se a utilização do “farelo de batata diversa” peletizado com 4% de ureia.

Ressalta-se que o produto em questão foi avaliado quanto à sua bromatologia, consumo, digestibilidade, balanço de nitrogênio, degradabilidade, parâmetros ruminais (pH ruminal, densidade de protozoários e ácidos graxos voláteis) e nitrogênio ureico plasmático. Portanto, recomenda-se que sejam conduzidos ensaios de produção para avaliação desta ração no desempenho de ruminantes.

## 6 CONCLUSÃO

A peletização do “farelo de batata diversa” é possível, desde que este farelo seja misturado a outras fontes de carboidratos, as quais proporcionam *pellets* de boa qualidade e com características nutricionais desejáveis. O produto obtido apresenta potencial comercial, sendo os ingredientes e respectivas composições resguardados, pois se encontra em pedido de registro de patente.

A respeito da adição de 4, 8 e 12% de ureia a este produto, conclui-se que:

- a) o “farelo de batata diversa” peletizado junto a outras fontes de carboidratos e 4% de ureia, pode ser usado como suplemento alimentar único para o feno de Tifton na dieta de ovinos.
- b) a ração à base de “farelo de batata diversa” peletizada sem ureia não foi satisfatória como suplemento para o feno de Tifton na alimentação de ovinos devido a um déficit de nitrogênio, entretanto, pode ser utilizado como suplemento alimentar energético;
- c) os níveis de ureia avaliados não afetaram o consumo de feno de Tifton, sendo que o nível de 4% de ureia possibilitou melhor digestibilidade *in vivo* da matéria seca e da proteína, concomitante a uma maior quantidade de nitrogênio ingerido aparentemente retido;
- d) o pH ruminal, ácidos graxos voláteis totais e a densidade de protozoários ciliados no rúmen não foram afetados pelos níveis de inclusão de ureia, entretanto, a concentração de nitrogênio ureico plasmático aumentou conforme se adicionou ureia às rações. Os valores obtidos para todos os parâmetros avaliados mantiveram-se dentro da normalidade para a espécie ovina.

**REFERÊNCIAS**

- ABDOUN, K.; STUMPF, F.; MARTENS, H. Ammonia and urea transport across the rumen epithelium: a review. **Animal Health Research Reviews**, Cambridge, v. 7, n. 1/2, p. 43-59, Mar. 2007.
- AGOSTO, M. d'; CARNEIRO, M. E. Evaluation of lugol solution used for counting rumen ciliates. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 16, n. 3, p. 725-729, ago. 1999.
- AGOSTO, M. d'; SANTA-ROSA, M. R. Influência do hospedeiro no perfil populacional e nas populações de ciliados do rúmen de bovinos. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 15, n. 2, p. 389-396, 1998.
- ALTMANN, J. Observational study of behavior sampling methods. **Behaviour**, Atlanta, v. 49, n. 3/4, p. 227-267, 1974.
- AMARAL, C. M. C. et al. Características de carcaça e qualidade de carne de cabritos Saanen alimentados com ração completa farelada, peletizada e extrusada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 2, p. 550-556, mar./abr. 2007.
- \_\_\_\_\_. Performance and ruminal morphologic characteristics of Saanen kids fed ground, pelleted or extruded total ration. **Small Ruminant Research**, Philadelphia, v. 58, n. 1, p. 47-54, Apr. 2005.
- ATIKINSON, E. Cooling in feed production. **Agri-Trade**, Miami, v. 10, p. 37-42, 1981.
- AZEVEDO, E. B. et al. Suplementação nitrogenada com ureia comum ou encapsulada sobre parâmetros ruminais de novilhos alimentados com feno de baixa qualidade. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 3, p. 622-627, mar. 2010.
- BALSALOBRE, M. A. A. Batata, beterraba, cenoura e nabo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 6., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1995. p. 99-121.
- BEHNKE, K. C. Feed manufacturing technology: current issues and challenges. **Animal Feed Science and Technology**, Wageningen, v. 62, n. 1/4, p. 49-57, Sept. 1996.

BIRD, S. H.; LENG, R. A. The effects of defaunation of the rumen on the growth of cattle on low protein high-energy diets. **British Journal of Nutrition**, London, v. 40, n. 1, p. 163-167, July 1978.

BONNAS, D. S. **Bioquímica dos alimentos**. Uberlândia: Escola Agrotécnica Federal de Uberlândia, 2003. 43 p.

BROOKES, I. M. et al. Urea and sodium bicarbonate metabolism by ruminants and by ruminal microorganisms. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 35, n. 4, p. 877-882, Oct. 1972.

BUNNAKIT, K. et al. Effect of casporea as a protein source replacement for soybean meal in diets on performance of thai native x Brahman beef cattle. **Suranaree Journal of Science and Technology**, Nakhon Ratchasima, v. 15, n. 1, p. 57-67, Jan./Mar. 2008.

CALBO, A. G.; NERY, A. A. Methods to measure gaseous volume in plants. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 153-162, 1994.

CALDAS NETO, S. F. et al. Proteína degradável no rúmen associada a fontes de amido de alta ou baixa degradabilidade: digestibilidade *in vitro* e desempenho de novilhos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, n. 2, p. 452-460, mar./abr. 2007.

CALSAMIGLIA, S. et al. Changes in rumen microbial fermentation are due to a combined effect of type of diet and pH. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, n. 3, p. 702-711, Mar. 2008.

CARVALHO, G. G. P. et al. Aspectos metodológicos do comportamento ingestivo de ovinos alimentados com capim-elefante amonizado e subprodutos agroindustriais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, n. 4, p. 1105-1112, jul./ago. 2007.

CASALI, A. O. et al. Estimação de teores de componentes fibrosos em alimentos para ruminantes em sacos de diferentes tecidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 1, p. 130-138, jan. 2009.

CHURCH, D. C. **Livestock feeds & feeding**. 3<sup>rd</sup> ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1991. 656 p.

COALHO, M. R. et al. Estudo dos protozoários ciliados em bovinos consumindo dietas com diferentes níveis de proteína não degradável no rúmen. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 193-199, 2003.

COLE, N. A.; TODD, R. W. Opportunities to enhance performance and efficiency through nutrient synchrony in concentrate-fed ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, p. E318-E333, Oct. 2008. Supplement.

CORTADA, C. N. M. et al. Influência do nível de uréia plasmático sobre parâmetros citogenéticos de machos ovinos deslanados. **Brazilian Journal Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 37, n. 6, Dec. 2000. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-95962000000600005](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-95962000000600005)>. Acesso em: 10 mar. 2012.

COSTA, S. F. et al. Alterações morfológicas induzidas por butirato, propionato e lactato sobre a mucosa ruminal e epiderme de bezerros: II., aspectos ultra-estruturais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 60, n. 1, p. 10-18, fev. 2008.

DEHORITY, B. A. Evaluation of subsampling and fixation procedures used for counting rumen protozoa. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 48, n. 1, p. 182-185, July 1984.

\_\_\_\_\_. **Rumen microbiology**. Nottingham: Nottingham University, 2003. 72 p.

EZEQUIEL, J. M. B. et al. Quantificação das bactérias sólido-aderidas, bactérias e protozoários líquido-associados do rúmen de bovinos jovens alimentados com amiréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 2, p. 707-715, abr. 2002.

EZEQUIEL, J. M. B.; SOARES, W. V. B.; SEIXAS, J. 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, MG, v. 30, n. 1, p. 236-241, jan./fev. 2001.

FELTRAN, J. C.; LEMOS, L. B.; VIEITES, R. L. Technological quality and utilization of potato tubers. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 6, p. 598-603, nov./dez. 2004.

FISHER, V. et al. Comportamento ingestivo de ovinos recebendo dieta à base de feno durante um período de seis meses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 26, n. 5, p. 1032-1038, set./out. 1997.

FRANZOLIN, M. H. T.; LUCCI, C. S.; FRANZOLIN, R. Efeitos de rações com níveis crescentes de cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho sobre a população de protozoários ciliados no rúmen de ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 5, p. 1452-1457, set./out. 2000.

FRANZOLIN, R.; DEHORITY, B. A. Efeitos do pH ruminal e ingestão alimentar na defaunação em ovinos sob rações concentradas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 25, n. 6, p. 1207-1215, nov./dez. 1996.

FREGADOLLI, F. L. et al. Efeito das fontes de amido e nitrogênio de diferentes degradabilidades ruminais. pH, concentração de amônia no líquido ruminal e eficiência de síntese microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 3, p. 870-879, maio/jun. 2001.

FRIEDMAN, M. Nutritional value of proteins from different food sources: a review. **Journal of Agricultural and Food Chemical**, Washington, v. 44, n. 1, p. 6-29, Jan. 1996.

GONÇALVES, J. G. et al. Determinação do consumo, digestibilidade e frações protéicas e de carboidratos do feno de tifton 85 em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 4, p. 804-813, jul./ago. 2003.

GRISWOLD, K. E. et al. Effect of form of nitrogen on growth of ruminal microbes in continuous culture. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, n. 3, p. 483-491, Feb. 1996.

HELMER, L. G. et al. Feed processing: V., effect of an 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. 1969.

HERRERA-SALDANA, R. E.; HUBER, J. T.; POORE, M. H. Dry matter, crude protein and starch degradability of five cereal grains. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 73, n. 9, p. 2386-2393, Sept. 1990.

HINDLE, V. A. et al. Site and extent of starch degradation in the dairy cow: a comparison between in vivo, in situ and in vitro measurements. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Wageningen, v. 89, n. 3/6, p. 158-165, 2005.

HUNGATE, R. E.; REICHL, J.; PRINS, R. A. Parameters of rumen fermentation in a continuously fed sheep: evidence of a microbial rumination pool. **Applied Microbiology**, Washington, v. 22, p. 1104-1113, Dec. 1971.

HUNTINGTON, G. B.; ARCHIBEQUE, S. L. **Practical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminants**. Raleigh: North Carolina State University, 1999. 11 p. Disponível em: <<http://www.asas.org/symposia/9899proc/0939.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Previsão e acompanhamento de safras**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/estatisticas\\_previsao\\_safras/default.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/estatisticas_previsao_safras/default.shtm)>. Acesso em: 12 set. 2011.

KARSLI, M. A.; RUSSEL, J. R. Effects of source and concentrations of nitrogen and carbohydrate on ruminal microbial protein synthesis. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, İstanbul, v. 26, n. 2, p. 201-207, 2002.

KAYOULI, C. et al. Effect of defaunation on straw digestion in sacco and on particle retention in the rumen. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 10, n. 2/3, p. 165-172, Jan. 1984.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: UFSM, 2002. 140 p.

KOZLOSKI, G. V. et al. Effect of supplemental nitrogen source and feeding frequency on nutrient supply to lambs fed a kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*) hay-based diet. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 81, n. 1, p. 112-118, Mar. 2009.

LARDY, G.; ANDERSON, V. **Alternative feeds for ruminants**. Fargo: North Dakota State University, 2003. Disponível em: <<http://www.ag.ndsu.nodak.edu>>. Acesso em: 23 ago. 2010.

LOPES, I. R. et al. Protozoários ciliados (Protista, Ciliophora) do rúmen de vacas Holandês x Zebu em lactação alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar, suplementadas com níveis crescentes da mistura uréia: sulfato de amônio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2008. 1 CD-ROM.

MARINHO, A. A. M. Ciliados do rúmen: sua dinâmica e importância no metabolismo digestivo dos ruminantes: revisão. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v. 77, n. 464, p. 241-259, 1982.

MARTINELE, I. et al. Determinação da matéria seca, proteína bruta e digestibilidade *in vitro* do farelo de batata peletizado com níveis crescentes de ureia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: UFBA, 2010. 1 CD-ROM.

\_\_\_\_\_. Protozoários ciliados do rúmen de ovinos mestiços mantidos em pastagem natural de Caatinga. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 9, n. 2, p. 280-292, abr./jun. 2008.

MARTINEZ, J. L. Tecnologia de fabricacion de piensos para conejos. In: \_\_\_\_\_. **Alimentacion del Conejo**. Bilbao: Mundi, 1984. p. 105-136.

MEHREZ, A. Z.; ØRSKOV, E. R. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. **Journal Agricultural Science**, Cambridge, v. 88, n. 3, p. 645-650, June 1977.

MENDEZ, A. et al. Feed manufacturing. In: \_\_\_\_\_. **The nutrition of the rabbit**. Oxon : CABI, 1998. p. 222-231.

MENEZES, D. R. et al. Balanço de nitrogênio e medida do teor de uréia no soro e na urina como monitores metabólicos de dietas contendo resíduo de uva de vitivinícolas para ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 7, n. 2, p. 169-175, 2006.

MONTEILS, V. et al. Kinetics of ruminal degradation of wheat and potato starches in total mixed rations. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 1, p. 235-241, Jan. 2002.

NELSON, M. L. Utilization and application of wet potato processing coproducts for finishing cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, n. 4, p. 133-142, Apr. 2010.

NICHOLSON, J. W. G.; FRIEND, D. W.; CUNNINGHAM, H. M. The feeding value of dried potato pulp for fattening cattle and lambs. **Canadian Journal of Animal Science**, Toronto, v. 44, p. 39-44, Apr. 1964.

NOCEK, J. E. In situ and others methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 71, n. 8, p. 2051-2059, Aug. 1988.

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.

NOGUEIRA FILHO, J. C. M. et al. Efeitos da administração de uréia protegida sobre a população de protozoários ciliados em rúmen de cordeiros. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 22, n. 3, p. 741-744, 2000.

\_\_\_\_\_. Efeitos de níveis crescentes de uréia na dieta de ovinos da raça Ideal sobre a população de protozoários ciliados do rúmen. **Ars Veterinária**, Jaboticabal, v. 15, n. 1, p. 130-134, 1999.

NOUR, A. M. et al. Effect of increased levels of urea in the diet on ruminal protozoal counts in four ruminant species. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 49, p. 1300-1305, 1979.

NUTRIENT requirements of ruminant livestock: ARC. London: CAB, 1984. 45 p.

OGIMOTO, K.; IMAI, S. **Atlas of rumen microbiology**. Tokyo: Japan Scientific Societies, 1981. 231 p.

OLIVEIRA, M. E. M. et al. Desenvolvimento de populações de protozoários ciliados no rúmen de ovinos (*Ovis Aires* L.) criados em Itapetininga, São Paulo. **Revista da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 225-232, 1987.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. C. et al. Digestibilidade de nutrientes em dietas de bovinos contendo ureia ou amiréia em substituição ao farelo de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 2, p. 173-178, fev. 2004.

ONWUBUEMELI, C. et al. Nutritive value of potato processing wastes in total mixed rations for dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 68, p. 1207-1214, May 1985.

ORPIN, C. G.; LETCHER, A. J. Effect of absence of ciliate protozoa on rumen fluid volume, flow rate and bacterial populations in sheep. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 10, n. 2/3, p. 145-153, Jan. 1984.

ØRSKOV, E. R. **Protein nutrition in ruminants**. 2<sup>nd</sup> ed. London: Academic, 1992. 175 p.

ØRSKOV, E. R.; MCDONALD, T. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate passage. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 92, n. 2, p. 499-503, Apr. 1979.

PEN, B. et al. Effect of potato by-products based silage on rumen fermentation, methane production and nitrogen utilization in holstein steers. **Asian-Australian Journal of Animal Science**, Seoul, v. 19, n. 9, p. 1283-1290, Sept. 2006.

PIPA, F.; FRANK, G. High pressure conditioning with annular gap expander. **Getreidewirtschaft**, Hamburg, v. 24, n. 5/6, p. 133-135, 1989.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2010. Disponível em: <<http://www.r-project.org/>>. Acesso em: 10 fev. 2012.

RADUNZ, A. E. et al. Influence of steam-peeled potato-processing waste inclusion level in beef finishing diets: effects on digestion, feedlot performance, and meat quality. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, n. 11, p. 2675-2685, Nov. 2003.

REZENDE, V. M. et al. Degradabilidade ruminal das silagens de Capim-Napier produzidas com diferentes níveis de farelo de “batata diversa”. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 485-491, mar./abr. 2007.

RUSSEL, J. B.; RYCHLIK, J. L. Factors that alter rumen microbial ecology. **Science**, Washington, v. 292, n. 5519, p. 1119-1122, May 2001.

SALEH, M. R. M. et al. Solanine and its effects on microorganisms activities and some rumen parameters. **Agricultural Science Mansoura University**, Mansoura, v. 33, n. 5, p. 3199-3208, May 2008.

SALMAN, A. K. D. **Utilização da amiréia na alimentação de ruminantes**. Porto Velho: EMBRAPA Rondônia, 2008. 26 p.

SALVADOR, F. M. et al. Utilização de amiréias (produto da extrusão amido + uréia) com diferentes proporções de uréia: 1., consumo e digestibilidade aparente da matéria seca, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 1, p. 199-205, jan./fev. 2004.

SANTRA, A.; KARIM, S. A. Influence of ciliate protozoa on biochemical changes and hydrolytic enzyme profile in the rumen ecosystem. **Journal of Applied Microbiology**, Washington, v. 92, p. 801-811, May 2002.

SHIEHZADEH, S. A.; HARBERS, L. H. Soybean meal, urea and extruded starch-urea products compared as protein supplements in high-roughage lamb rations. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 38, n. 1, p. 206-212, Jan. 1974.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 235 p.

SILVA, J. F. C. 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.

SMET, S.; DEMEYER, D. I.; NEVEL, C. J. van. Effect of defaunation and hay: concentrate ratio on fermentation, fibre digestion and passage in the rumen of sheep. **Animal Feed Science and Technology**, Wageningen, v. 37, n. 1/4, p. 333-344, June 1992.

SOEST, P. J. van et al. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, Oct. 1991.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. **SAS system: SAS/STAT**. Version 9.0. Cary, 2004. 1 CD-ROM.

SUGIMOTO, M. et al. Effects of protein sources supplemented with urea-treated potato pulp (PP) silage and feeding levels of the PP silage-based concentrate on feed intake, digestibility and ruminal fermentation in beef steers. **Animal Science Journal**, Tokyo, v. 79, n. 4, p. 443-452, Aug. 2008.

\_\_\_\_\_. Effects of urea treatment of potato pulp and inclusion levels of potato pulp silage in supplements on digestibility and ruminal fermentation in beef steers. **Animal Science Journal**, Tokyo, v. 78, n. 6, p. 587-595, Dec. 2007.

SUGIMOTO, M.; SAITO, W.; OOI, M. The effects of urea-treated potato pulp (PP) ensiled with beet pulp or wheat bran pellets to reduce moisture of PP and flake density of corn grain supplemented with the PP silage on digestibility and ruminal fermentation in beef steers. **Animal Science Journal**, Tokyo, v. 81, n. 3, p. 316-324, June 2010.

SVIHUS, B.; UHLEN, A. K.; HARSTAD, O. M. Effect of starch granule structure, associated components and processing on nutritive value of cereal starch: a review. **Animal Feed Science and Technology**, Wageningen, v. 122, n. 3/4, p. 303-320, Sept. 2005.

TAWILA, M. A.; OMER, H. A. A.; GAD, S. M. Partial replacing of concentrate feed mixture by potato processing waste in sheep rations. **American-Eurasian Journal of Agriculture & Environmental**, Alexandria, v. 4, n. 2, p. 156-164, 2008.

TEIXEIRA, J. C. et al. Cinética da digestão ruminal da amiréria 45-s em vacas da raça holandesa. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 3, p. 719-723, jul./set. 1999.

TESTER, R. F.; KARKALAS, X.; QI, J. Hydrolysis of native starches with amylases. **Animal Feed Science and Technology**, Wageningen, v. 130, p. 39-54, Sept. 2006.

THOMAS, M.; VLIET, T. van; POE, A. F. B. van der. Physical quality of pelleted animal feed 3: contribution of feedstuff components. **Animal Feed Science Technology**, Wageningen, v. 70, n. 1/2, p. 59-78, Sept. 1998.

THOMPSON, L. H. et al. Starea, urea and sulfur in beef cattle rations. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 35, n. 2, p. 474-480, Aug. 1972.

TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland Society**, Hurley, v. 18, p. 104-111, 1963.

VEIRA, D. M. The role of ciliate protozoa in nutrition of the ruminant. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 63, p. 1547-1560, June 1986.

WHITELAW, F. G. et al. Urea metabolism in sheep given conventional feeds or nourished by intragastric infusion. **Experimental Physiology**, Cambridge, v. 75, n. 2, p. 239-254, Mar. 1990.

WILSON, R. K. **A rapid accurate method for measuring volatile fatty acids lactic acid in silage**: research report. Dublin: Agricultural Institute Dunsinea Research Centre, 1971. 7 p.

YANG, J. Y. et al. Nutrient synchrony: is it a suitable strategy to improve nitrogen utilization and animal performance? **Asian-Australian Journal of Animal Science**, Seoul, v. 23, n. 7, p. 972-979, July 2010.

ZEOULA, L. M. et al. Solubilidade e degradabilidade ruminal do amido de diferentes alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 28, n. 5, p. 898-905, set./out. 1999.