

**DEGRADABILIDADE RUMINAL DAS  
SILAGENS DE CAPAPIM NAPIER  
PRODUZIDAS COM DIFERENTES NÍVEIS  
DE FARELO DE “BATATA DIVERSA”**

**VALÉRIO MENDES REZENDE**

**2005**

**VALÉRIO MENDES REZENDE**

**DEGRADABILIDADE RUMINAL DAS SILAGENS DE CAPIM NAPIER  
PRODUZIDAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE FARELO DE “BATATA  
DIVERSA”**

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

**Orientador**  
**Prof. Dr. Paulo César de Aguiar Paiva**

**LAVRAS**  
**MINAS GERAIS - BRASIL**  
**2005**

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

Rezende, Valério Mendes

Degradabilidade ruminal das silagens de capim napier produzidas com diferentes níveis de farelo de “batata diversa” / Valério Mendes Rezende. -- Lavras : UFLA, 2005.

52 p. : il.

Orientador: Paulo César de Aguiar Paiva.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Degradabilidade. 2. Silagem. 3. Farelo de batata. 4. Ruminante.  
I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD - 636.208552

**VALÉRIO MENDES REZENDE**

**DEGRADABILIDADE RUMINAL DAS SILAGENS DE CAPIM NAPIER  
PRODUZIDAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE FARELO DE “BATATA  
DIVERSA”**

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

**APROVADA em 22 de fevereiro de 2005.**

Pesq. Dr. Aduino Ferreira Barcelos - EPAMIG

Prof. Dr. Juan Ramón Olalquiaga Pérez - UFLA

Prof. Dr. Roberto Maciel Cardoso - UFLA

Prof. Dra. Vera Lúcia Banys - UFG

**Paulo César de Aguiar Paiva  
UFLA  
(Orientador)**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS -BRASIL**

Aos meus pais, Elmano Valério Pereira Rezende e Rosiléa dos Reis  
Mendes Rezende,

**OFEREÇO.**

A Deus, por conceder a oportunidade de aperfeiçoamento como ser humano,  
conquistando mais uma vitória em minha vida.

**DEDICO**

**"ALIMENTE A ESPERANÇA. É IMPORTANTE  
VOCÊ ACREDITAR QUE VENCERÁ. AQUILO QUE  
VOCÊ DESENHA FORTEMENTE NA MENTE  
ACABA ACONTECENDO".**

Lourival Lopes

## AGRADECIMENTOS

À “NHÁ CHICA”, pela proteção divina.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização deste curso.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela ajuda de custo ao longo do curso.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), pelo apoio aos trabalhos.

À Associação dos Bataticultores do Sul de Minas Gerais, pelo fornecimento da “batata diversa”.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela aprovação e financiamento do projeto.

Ao orientador professor Paulo César de Aguiar Paiva, pelo incentivo, amizade, apoio e orientação.

Ao Pesquisador Aduino Ferreira Barcelos, da EPAMIG/LAVRAS, pelos ensinamentos, orientação e confiança.

A Ana Luisa Aguiar de Castro, pelo apoio e incentivo.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, Márcio Santos, Suelba Ferreira, José Geraldo Virgílio, Eliana Maria, José Geraldo Vilas e Fabiano Oliveira, pela grande ajuda no experimento.

Ao funcionário Samuel Rosa de Brito, do Laboratório da EPAMIG/LAVRAS, pela colaboração e ensinamentos das análises laboratoriais.

Aos secretários da pós-graduação, Keila Cristina, Carlos Henrique e Pedro Adão.

Ao colega Denismar Nogueira, pela ajuda na realização das análises estatísticas.

Ao Leonardo Soares, Valdir Botega, Arnaldo Prata e Vander Bruno, pela amizade e momentos agradáveis que passamos.

Aos estagiários Fábio Henrique, Ronaldo Francisco, João Irineu, Renata Alvarenga, Michele Simili e Ana Luisa Lopes, pelo auxílio e convivência.

Aos meus familiares, que me incentivaram, vô Carlos, vó Neusa, vó Conceição e vô Didino (*in memoriam*).

**OBRIGADO**



## SUMÁRIO

|  |            |
|--|------------|
| <b>LISTA DE SIGLAS .....</b>   | <b>i</b>   |
| <b>RESUMO .....</b>  | <b>ii</b>  |
| <b>ABSTRACT .....</b>  | <b>iii</b> |
| <b>1 INTRODUÇÃO.....</b>   | <b>1</b>   |
| <b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>   | <b>3</b>   |
| 2.1 A batata .....   | 3          |
| 2.2 O resíduo da batata .....  | 3          |
| 2.2.1 Batata diversa.....  | 3          |
| 2.2.2 Composição físico-química da batata .....  | 4          |
| 2.2.2.1 Amido .....  | 4          |
| 2.2.3 Uso na alimentação animal .....  | 5          |
| 2.3 O capim napier.....  | 7          |
| 2.3.1 Processo de ensilagem .....  | 8          |
| 2.4 Aditivos na ensilagem.....   | 9          |
| 2.5 Ensaio de degradabilidade .....  | 10         |
| <b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>  | <b>13</b>  |
| 3.1 Local e período experimental.....  | 13         |
| 3.2 Preparo do farelo de batata diversa (FBD) .....  | 13         |
| 3.3 Preparo da silagem.....  | 13         |
| 3.4 Ensaio de degradabilidade .....  | 14         |
| 3.5 Análises laboratoriais.....  | 15         |
| 3.6 Delineamento experimental .....  | 16         |
| 3.7 Análises estatísticas .....  | 16         |
| <b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>  | <b>19</b>  |
| 4.1 Composição bromatológica .....   | 19         |
| 4.2 Composição bromatológica do material original antes da ensilagem.....  | 20         |
| 4.3 Composição bromatológica das silagens .....  | 20         |
| 4.3.1 Características das silagens.....  | 21         |
| 4.3.1.1 Teor de matéria seca (MS) das silagens.....  | 21         |
| 4.3.1.2 Teor de proteína bruta das silagens.....   | 23         |
| 4.3.1.3 Teor da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) na MS das silagens .....                                    | 24         |
| 4.3.1.4 Valores de pH e teores de nitrogênio amoniacal como porcentagem do nitrogênio total [N-NH <sub>3</sub> (% N total)] das silagens ..... | 26         |

|   |           |
|---|-----------|
| 4.4 Cinética ruminal da matéria seca .....              | 29        |
| 4.5 Cinética ruminal da fibra em detergente neutro..... | 32        |
| 4.6 Cinética ruminal da proteína bruta.....             | 35        |
| 4.7 Cinética ruminal do amido.....                      | 38        |
| <b>5 CONCLUSÕES.....</b>                                | <b>41</b> |
| <b>6 CONSIDERAÇÕES GERAIS .....</b>                     | <b>42</b> |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>                  | <b>43</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>                                      | <b>49</b> |

## LISTA DE SIGLAS

**a:** fração solúvel.

**ABBA:** Associação Brasileira da Batata.

**b:** fração insolúvel potencialmente degradável.

**c:** taxa de degradação da fração b.

**CV:** coeficiente de variação.

**EE:** extrato etéreo.

**FBD:** farelo de batata “diversa”.

**FDA:** fibra em detergente ácido.

**FDN:** fibra em detergente neutro.

**FV:** fator de variação.

**GL:** graus de liberdade.

**h:** horas.

**k:** taxa de passagem.

**MS:** matéria seca.

**NH<sub>3</sub>:** amônia.

**N-NH<sub>3</sub>(%Ntotal):** teor de nitrogênio amoniacal como porcentagem do nitrogênio total.

**NRC:** National Research Council.

**PB:** proteína bruta.

**pH:** potencial hidrogeniônico.

**QM:** quadrado médio.

**R<sup>2</sup>:** coeficiente de determinação.

## RESUMO

REZENDE, Valério Mendes. **Degradabilidade ruminal das silagens de capim napier produzidas com diferentes níveis de farelo de “batata diversa”**. Lavras: UFLA, 2005. 52 p. (Dissertação – Mestrado em Nutrição de Ruminantes).<sup>1</sup>

O Brasil desperdiça enorme quantidade de resíduos e subprodutos da agricultura e da agroindústria, com potencial de uso na alimentação de ruminantes. Com o propósito de minimizar os custos com a alimentação, tem-se buscado a utilização dos resíduos viáveis à nutrição animal. A determinação das frações degradáveis ou não no rúmen é de fundamental importância no balanceamento de rações para bovinos. Sendo assim, a técnica de degradabilidade *in situ* tem sido utilizada para determinar o desaparecimento de nutrientes no rúmen em função do tempo. “Batata diversa” é o nome atribuído ao tubérculo impróprio para o consumo humano, pois não alcança padrões de comercialização de tamanho e qualidade. Dessa forma, objetivou-se produzir, determinar a composição bromatológica e estimar a degradabilidade *in situ* das diferentes frações do farelo de “batata diversa” e da silagem de capim napier produzida com diferentes níveis do farelo. O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras. Para a ensilagem, foram utilizados silos experimentais de PVC, adaptados com válvula tipo Bünsen, com capacidade para aproximadamente 3 kg cada. Os tratamentos constituíram-se dos níveis 0%, 5%, 10%, 15% e 20% de inclusão do farelo de “batata diversa” no capim napier. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições. Este estudo mostrou que a adição de 15% e 20% do farelo de “batata diversa” à silagem de capim napier proporcionou melhores resultados que caracterizam uma boa silagem e maiores valores de degradabilidade ruminal *in situ* da MS, FDN, FDA e PB. Portanto, são estes os valores recomendados como aditivo de silagem de capim napier em regiões que tenham disponibilidade desse resíduo agrícola.

---

<sup>1</sup> Comitê orientador: Paulo César de Aguiar Paiva -UFLA (Orientador); Adauto Ferreira Barcelos - EPAMIG; Júlio César Teixeira - UFLA.

## ABSTRACT

REZENDE, Valério Mendes. **Ruminal degradability of elephant grass produced with different levels of “discarded potato” meal.** Lavras: UFLA, 2005. 52 p. (Dissertation – Master of Ruminant Nutrition).<sup>1</sup>

Brazil wastes a huge amount of residues and by-products of both agriculture and agroindustry with a potential of use in the feeding of ruminants. With the purpose of minimizing the costs of feeding, the use of residues viable to animal nutrition has been searched. The determination of the degradable or not fractions in the rumen is of fundamental importance in the balancing of diets for bovines. So, the *in situ* degradability technique has been employed to determine the disappearance of nutrients in the rumen as related with time. “Discarded potato” is the name ascribed to the tuber improper for human consumption, because it does not reach commercialization standards of size and quality. Thus, it was aimed to produce, determine the bromatologic composition and estimate the *in situ* degradability of the different fractions of “discarded potato” meal and of elephant grass silage produced from different levels of meal. The experiment was conducted in the Animal Science Department of the Federal University of Lavras. For ensiling, experimental PVC silos fitted with a Bunsen-type valve with a capacity of about 3 kg each were utilized. The treatments consisted of the levels of 0%, 5%, 10%, 15% and 20% of inclusion of “discarded potato” meal into elephant grass. The experimental design utilized was the completely randomized with five treatments and four replicates. This study showed that addition of 15% and 20% of “discarded potato” to elephant grass silage provided better results which characterize a good silage and higher values of *in situ* ruminal degradability for DM, NDF, ADF and CP. Therefore, these are the values recommended as an additive for elephant grass silage in regions which have availability of this agricultural residue.

---

<sup>1</sup> Guidance Committee: Paulo César de Aguiar Paiva -UFLA (Adviser); Aduino Ferreira Barcelos - EPAMIG; Júlio César Teixeira - UFLA.

## 1 INTRODUÇÃO

A alimentação é a base da produção animal e dela depende o êxito financeiro do empreendimento, já que constitui a maior parte do custo de produção no sistema. No propósito de minimizar os gastos com a alimentação, tem-se buscado a utilização de resíduos agroindustriais ou alimentos alternativos viáveis economicamente e nutricionalmente.

Entre estes, o resíduo agrícola da batata, a batata diversa, torna-se uma alternativa viável em função de ser constituída de 57% de amido na MS e da grande quantidade produzida anualmente. Segundo a Associação Brasileira da Batata (ABBA, 2004), o volume anual que é desperdiçado desse resíduo, em todo Brasil, chega a 100 mil toneladas.

“Batata diversa” é o nome atribuído ao tubérculo impróprio para o consumo humano, por este não alcançar padrões de comercialização de tamanho e qualidade. Porém, pode ser alternativa para a alimentação de ruminantes por apresentar altos teores de amido. Além da qualidade nutricional, a batata diversa tem baixo custo, por ser considerada como resíduo agrícola.

A batata diversa *in natura* apresenta alto percentual de deterioração em ambientes quentes, tornando difícil a manutenção das suas qualidades bromatológicas por períodos superiores a uma semana, o que dificulta o seu armazenamento e permite classificá-la como perecível. Possivelmente, a melhor maneira de utilizá-la na alimentação animal deverá ser, então, aquela em que se utiliza alguma forma de conservação, seja a desidratação para se fazer o farelo, podendo assim ser armazenado por maior tempo ou ensilagem com algum material para elevar o teor de matéria seca (MS).

A determinação de frações degradáveis ou não no rúmen é de fundamental importância no balanceamento de rações para bovinos. Por isso, o

uso da técnica de degradabilidade *in situ* tem sido indicado para determinar o desaparecimento de nutrientes no rúmen em função do tempo.

Objetivou-se, com este trabalho, produzir, determinar a composição bromatológica e estimar a degradabilidade *in situ* das diferentes frações do farelo de batata diversa e da silagem de capim napier produzida com diferentes níveis do farelo.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A batata

Originária das proximidades do lago Titicaca, nos Andes, região localizada na fronteira entre a Bolívia e o Peru, denominada cientificamente *Solanum tuberosum* L., é conhecida popularmente por batata, batatinha ou, equivocadamente, batata inglesa (Filgueira, 2003).

O Brasil é o 19º produtor mundial de batata, com 3.070 mil toneladas métricas e o estado de Minas Gerais é líder nacional em produção e produtividade tendo colhido 948.955 toneladas em 2004 (Agrianual, 2005).

A batata tem grande valor alimentício, constituindo a base alimentar no cardápio de vários países. Tem expressivo valor econômico, tanto no mundo quanto no Brasil, onde é utilizada quase que exclusivamente *in natura*, para a alimentação humana, enquanto em outros países é processada sob várias formas, para a alimentação humana e animal (Dias, 1986).

### 2.2 O resíduo da batata

#### 2.2.1 Batata diversa

Este termo é usado para a identificação da batata imprópria para o comércio bem como para o consumo humano. É o produto que não alcança os padrões de tamanho ou apresenta danos devido à colheita e ao beneficiamento. Normalmente, este produto é gerado no beneficiamento como seleção, lavagem ou escova (Barcelos, 2004).<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> BARCELOS, A. F. Comunicação Pessoal. 2004. (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Centro Tecnológico do Sul de Minas, 37200.000 – Lavras, Minas Gerais, Brasil).



A Associação Brasileira da Batata contabilizou perdas no beneficiamento de até 5% da produção (ABBA, 2004).

A constante e crescente busca de alimentos alternativos para viabilizar economicamente os sistemas produtivos, principalmente de bovinos criados em regimes intensivos, tem sido direcionada para a utilização de subprodutos agroindustriais e agrícolas, existentes em grandes quantidades em diversas regiões do Brasil. Alguns destes subprodutos foram bastante estudados e atualmente ocupam lugar importante no segmento da alimentação animal, oferecendo suporte nutricional adequado à atividade (Rodrigues Filho et. al., 1993).

### **2.2.2 Composição físico-química da batata**

Segundo Balsalobre (1995), o farelo de batata apresenta 90,11% de matéria seca (MS), 8,45% de proteína bruta (PB), 4,72% de extrato etéreo (EE), 4,49% de cinzas, 15,13% de fibra em detergente neutro (FDN), 7,61% de fibra em detergente ácido (FDA) e 65% de amido.

O farelo de batata, segundo NRC (2001), apresenta 35,4% de matéria seca, 10,5% de proteína bruta, 22,1% de fibra em detergente neutro, 16,5% de fibra em detergente ácido e 12,8% de cinzas.

#### **2.2.2.1 Amido**

O amido é o polissacarídeo de reserva dos vegetais, constituído basicamente de amilose e amilopectina, presente em diferentes proporções de acordo com a espécie de planta e a cultivar (Guilbolt & Mercier, 1998).

A amilose é um polímero linear, em forma de hélice, contendo até 6.000 unidades de D-glicose unidas por ligação  $\alpha$ 1-4 (Swinkels, 1985, citado por

Teixeira & Teixeira, 2001). É utilizada pelos animais e plantas após a degradação enzimática realizada pela  $\alpha$ -amilase (animal) produzindo glicose e maltose, ou pela  $\beta$ -amilase (plantas), produzindo maltoses (Santos et al., 1999).

A amilopectina é um polímero ramificado de glicose e é composta por cadeias lineares contendo de 10 a 60 unidades unidas por ligações  $\alpha$ 1-4, que a cada 20 a 25 resíduos de glicose sofre ramificação, sendo unidas nesse ponto por ligações  $\alpha$  1-6. Possui peso molecular maior e, geralmente, é mais abundante na composição das moléculas de amido em relação à amilose (Waldo, 1973 citado por Teixeira & Teixeira, 2001). A ação de uma  $\alpha$ -amilase e uma  $\alpha$  1-6 glicosidase pode degradar completamente a amilopectina em glicose e maltose, mas as  $\alpha$  e  $\beta$ -amilases não podem hidrolisar as ligações  $\alpha$  1-6 nos pontos de ramificação (Santos et al., 1999).

Teixeira & Teixeira (2001) afirmam que o valor de degradabilidade efetiva do amido, obtido pela técnica *in situ* de degradabilidade ruminal, é importante devido à necessidade de se determinar as relações de sincronização no rúmen entre as fontes energéticas ricas em amido e as fontes protéicas, de forma a otimizar a eficiência microbiana.

### **2.2.3 Uso na alimentação animal**

Church (1991) e Ferko et al. (1998) mostram vários pontos de perda de batata durante o processo de industrialização, havendo diferentes formas de processamento para o uso em nutrição animal, incluindo o farelo de batata (resíduo da planta sem processamento, desidratado e moído), batata úmida (resíduo do processamento da batata para alimentação humana, composta em grande parte pela casca da batata, utilizada sem desidratação), torta de filtro de batata (representando 20% do resíduo total da batata resultante da filtração a vácuo) e flakes de batata (resíduo obtido do cozimento da batata, o qual é

esmagado e desidratado) e polpa de batata (resíduo das sobras após a extração do amido). As características nutricionais destes resíduos são semelhantes às da batata crua. Segundo Balsalobre (1995), no Brasil não existe disponibilidade destes subprodutos, uma vez que a indústria não processa estes resíduos.

A batata *in natura* pode ser usada para vacas em lactação e bovinos de engorda, com a finalidade de elevar a produção de leite e carne (Balsalobre 1995).

Ferko et al. (1998) afirmam que é comum o animal engasgar quando tubérculos de batata *in natura* são fornecidos para o gado. Estas batatas escapam facilmente da mastigação do animal, alojando-se em sua garganta. Picar ou triturar as batatas antes de fornecê-las aos animais reduzirá a incidência de asfixia. A batata pode também alojar-se no esôfago, obstruindo-o fisicamente para a erucção, causando timpanismo ruminal secundário.

Schneider et al. (1985) utilizaram farelo de batata ensilado com gramínea e leguminosa, na razão de 7,5% do peso fresco do farelo e substituindo 0%, 15% e 30% do milho moído na mistura concentrada, para 12 vacas da raça Holandês Preto e Branco em lactação, alimentadas à vontade e individualmente. O farelo de batata foi consumido prontamente nas quantidades fornecidas. As médias diárias de produção de leite foram de 28,6 kg para as vacas recebendo silagem com farelo de batata comparado a 26,3 kg para as vacas recebendo silagem sem farelo de batata. A percentagem molar de acetato no rúmen foi menor e a de propionato foi maior nas vacas recebendo silagem com farelo de batata.

Onwubuemeli et al. (1985) utilizaram resíduo de batata úmido, composto de 60% de casca de batata, 30% de tubérculo de batata crua e 10% de tubérculo cozido, em percentagem da matéria seca (MS), para 32 vacas em lactação, substituindo 0%, 10%, 15% ou 20% do milho de alta umidade. Estes autores não observaram diferença no consumo de MS, produção de leite, nível de proteína

no leite, nível de glicose no plasma e eficiência de utilização da MS entre os tratamentos, no entanto, a porcentagem de gordura tendeu a reduzir com o aumento da batata na dieta.

Schneider et al. (1985) afirmam que a batata desidratada (em forma de farelo) pode ser usada como aditivo da silagem de gramíneas e leguminosas, com vantagem para a alimentação de vacas em lactação. Para Balsalobre (1995), uma boa forma de utilização da batata diversa seria a produção de silagens, em que algum produto, como, por exemplo, o farelo de batata diversa, seria acrescido no sentido de elevar a matéria seca.

### **2.3 O capim napier**

Originário da África e introduzido no Brasil em 1920 (Brunken, 1977), o *Pennisetum purpureum* SCHUM tornou-se conhecido pelo nome de seu descobridor, coronel Napier, embora possua uma diversidade de denominações comuns empregadas em diferentes regiões, como capim-elefante, napier, capim-gigante e capim cana-africana (Pereira, 1999).

A espécie é perene, possui crescimento cespitoso, colmos eretos e cilíndricos, folhas compridas (30 – 120 cm) e largas (2 a 4 cm), inflorescência primária terminal do tipo panícula e perfilhos basais e aéreos. Apresenta diversas variedades ou cultivares que, em geral, se diferenciam por caracteres agronômicos (Nascimento Júnior, 1975; Bogdan, 1977; Alcântara & Bufarah, 1986; Diz, 1994; Ocumpaugh & Sollenberger, 1995).

Segundo Azevedo (1985), no Brasil são utilizadas várias espécies forrageiras em decorrência, principalmente, das variações climáticas e edáficas que ocorrem freqüentemente proporcionando alterações no potencial forrageiro das mesmas. Porém, as forrageiras do grupo elefante (*Pennisetum purpureum* SCHUM) apresentam adaptação favorável às condições de clima e solo em

praticamente todo o território brasileiro, fazendo com que sejam utilizadas em larga escala, para a formação de capineiras e pastagens.

A produtividade das pastagens brasileiras, além de baixa, é marcadamente estacional, sendo o nitrogênio e o fósforo os nutrientes que mais limitam a produção. O potássio também é importante, especialmente quando se trata de forrageira com alta capacidade de produção de biomassa, como é o caso do capim napier (Martins & Fonseca, 1999).

Ferreira (1973) afirma que o capim napier (*Pennisetum purpureum* SCHUM), amplamente difundido por quase todo Brasil central, apresenta importante característica de alta produtividade por hectare/ano. No entanto, a maior parte da produção concentra-se na época chuvosa, quando a abundância de pasto dispensa o fornecimento de verde picado aos bovinos. Por isso, tem sido pesquisada a sua conservação na forma de silagem, incluindo tratamentos prévios que beneficiariam a qualidade da silagem resultante.

Dentre as alternativas de suplementação com volumosos para bovinos no período da seca, Lima (1992) afirma que, na época em que a pastagem é escassa e apresenta baixo valor nutritivo, a silagem constitui um dos métodos mais importantes de conservação de forragem.

### **2.3.1 Processo de ensilagem**

Segundo Condé (1970), chama-se ensilagem à prática da produção de silagem, sendo esta o produto da conservação da forragem sob a forma succulenta, no silo. A forragem verde, devidamente preparada sendo acondicionada no silo, sofre transformações químicas e físicas. As transformações químicas são causadas pelas fermentações que são as mais importantes sob o ponto de vista da preservação da massa ensilada. As células vivas do material verde ensilado continuam a respirar, aproveitando os

carboidratos solúveis e outros compostos que se combinam com o oxigênio do ar, formando dióxido de carbono, calor e água.

McDonald et al. (1991) afirmaram que o principal objetivo na conservação de plantas forrageiras, sob fermentação natural, é alcançar condições de anaerobiose, minimizando perdas de nutrientes e evitando mudanças adversas na composição química da planta. Além disso, é necessário o adequado aporte de substrato na forma de carboidratos solúveis para suprir as bactérias lácticas.

As principais limitações à ensilagem das cultivares do capim-elefante são o alto teor de umidade, baixo teor de carboidratos solúveis e de proteína bruta (Lima , 1992).

#### **2.4 Aditivos na ensilagem**

McDonald et al. (1991) definem aditivo como qualquer material adicionado à forragem no momento da ensilagem, apresentando como funções: a) estimular ou inibir a fermentação, b) inibir a deterioração aeróbica, c) nutrientes para melhorar o valor nutritivo da silagem e d) absorventes para reduzir as perdas de nutrientes por efluentes.

Corrêa et al. (2001) afirmam que os aditivos podem ser divididos em três categorias gerais: a) estimulantes da fermentação, tais como enzimas e inoculantes bacterianos, b) inibidores de fermentação, tais como ácidos orgânicos e inorgânicos e c) substratos ou fontes de nutrientes, tais como melaço, cama de frango e uréia, dentre outros. Alguns substratos podem estar associados a mais de um efeito, como os que estimulam a fermentação, têm capacidade absorvente e também são fontes de nutrientes.

Condé (1970), ensilando o capim-elefante Taiwan A-146 com doses que variaram de 0 a 95 kg de fubá/tonelada de massa verde, concluiu que este aditivo

não teve maior efeito sobre a fermentação das silagens. Entretanto, verificou que o fubá aumentou os teores de carboidratos solúveis e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca das silagens.

## 2.5 Ensaio de degradabilidade

Ensaio de degradabilidade *in situ* permitem determinar a quantidade de amostra que é digerida e a taxa pela qual essa digestão se realiza (Ruiz & Ruiz, 1990). Segundo Teixeira (1997), citado por Castro (2003), essa técnica tem sido utilizada para a realização de trabalhos de pesquisa, com a finalidade de descrever as características de degradação das frações da parede celular e protéica dos alimentos pela incubação de alimentos em sacos de náilon no rúmen.

A degradação do componente nutritivo do alimento analisado é obtida pela expressão:

$$D = [(A-B)/A]*100$$

em que:

D = desaparecimento ou degradabilidade do componente nutritivo;

A = porcentagem inicial do componente na amostra;

B = porcentagem final do componente após a incubação da amostra.

Esta técnica tem sido amplamente utilizada devido à sua rápida e fácil execução, por necessitar de pequena quantidade de amostra do alimento e por proporcionar o contato íntimo da amostra com o ambiente ruminal, apesar de não estar sujeita aos fatores, como, mastigação, ruminação e passagem para o trato digestivo posterior. Os principais fatores inerentes à técnica, que ocasionam

grandes variações na medida de degradabilidade, estão relacionados aos procedimentos no preparo do saco que contém a amostra (tipo de tecido, tamanho do poro, área superficial e lavagem dos sacos), ao preparo e manipulação da amostra (peso, tamanho da partícula e contaminação microbiana da amostra), ao animal (espécie e estado fisiológico) e à natureza da dieta (Uden & Van Soest, 1984; Nocek, 1985).

Nocek (1988) recomenda a utilização de porosidade entre 40 e 60 micras de diâmetro, que corresponde à faixa que reúne as características desejáveis para favorecer o fluxo de fluido ruminal e evitando a saída de partículas não degradadas.

Wilkerson et al. (1995) afirmam que o procedimento de lavagem dos sacos após a retirada do rúmen é utilizado para eliminar os resíduos de material proveniente do rúmen, cessar a atividade microbiana pela introdução de oxigênio presente na água, além da remoção do fluido ruminal dos sacos.

Huntington & Givens (1995) concluíram que o comprimento da corda da sacola de náilon telado, em que são dispostos os sacos, bem como o peso colocado nessa sacola, exercem grande influência na degradação da amostra. Os sacos no interior do rúmen devem ser colocados de forma que permita livre movimentação no líquido ruminal.

Nocek (1988) recomenda que os alimentos concentrados devem ser moídos em moinhos providos com peneira de 2 mm, as forragens moídas em peneira de 5 mm e, ainda, que amostras não moídas devem ter conhecida a distribuição original das partículas para possibilitar a comparação entre laboratórios.

Ao final do período de incubação, deve-se ter quantidade suficiente de amostra para a análise química, sem que haja excesso de amostra inicial em cada saco incubado, o que prejudicaria o ataque dos microrganismos pelo aumento do tempo de colonização e, conseqüentemente, o estudo da degradabilidade. Nocek



(1988) afirma que a relação entre 10 a 20 mg de MS/cm<sup>2</sup> pode ser utilizada para forragens e concentrados.

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Local e período experimental**

O experimento foi realizado no período de novembro de 2003 a outubro de 2004, no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, Brasil, em parceria com o Centro Tecnológico do Sul de Minas (CTSM), da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), em Lavras, MG.

O município, localizado no sul do estado de Minas Gerais, possui altitude média de 918 m e seu clima é classificado como Cwb (Köppen), com precipitação média anual de 1.493,2 mm e temperaturas médias mínima e máxima de 14,60° C e 36,0° C, respectivamente (Vilela & Ramalho, 1980).

### **3.2 Preparo do farelo de batata diversa (FBD)**

A batata diversa utilizada para a obtenção do farelo foi proveniente da beneficiadora de batata do município de Congonhal, Minas Gerais, Brasil.

Inicialmente, realizou-se o corte da batata *in natura* em fatias, em picadeira forrageira estacionária sendo e, em seguida, seca ao sol até atingir teor de MS entre 10% e 15%, sendo posteriormente ensacada e armazenada em local seco, ventilado e livre de umidade. Na ocasião do uso, a batata desidratada foi triturada em moinho estacionário com peneira de 5 mm.

### **3.3 Preparo da silagem**

O capim napier utilizado apresentava dois metros de altura e 130 dias de idade.

A colheita do capim napier foi realizada por corte manual, sendo este picado em picadeira forrageira estacionária e ensilado por 30 dias.

Para ensilagem, foram utilizados silos de PVC de 10 cm de diâmetro com 60 cm de comprimento e providos de válvula (Büsen) para permitir a saída dos gases produzidos durante a fermentação.

Os tratamentos efetuados foram:

T 0 - (Controle) silagem do capim napier;

T 1 - silagem do capim napier + 5% do farelo de batata diversa (FBD);

T 2 - silagem do capim napier + 10% do FBD;

T 3 - silagem do capim napier + 15% do FBD e

T 4 - silagem do capim napier + 20% do FBD.

A adição do FBD foi realizada com base na matéria natural.

### **3.4 Ensaio de degradabilidade**

O ensaio de degradabilidade ruminal *in situ* foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, utilizando-se três vacas da raça Jersey, com cânulas ruminais. Os animais receberam dieta basal 15 dias antes dos ensaios e durante o período das incubações, contendo capim napier picado (60% da MS) e concentrado (40% da MS), constituído de 30% de farelo de batata diversa, 37% milho, 27% farelo de soja, 2% uréia, 1% fosfato bicálcio e 3% complexo mineral-vitamínico.

Os sacos de náilon utilizados para acondicionar as amostras foram confeccionados de náilon coreano 120 fios, com dimensões de 10,0 cm de largura por 10,0 cm de comprimento, com porosidade de 52  $\mu$ , fechados a quente em máquina seladora, contendo 20 mg de MS/cm<sup>2</sup>.

Foram utilizadas sacolas de náilon telado de 20 x 40 cm, provida de zíper e contendo 100 g de chumbo, para alojar os sacos de náilon com as amostras no rúmen. A sacola foi amarrada com fio de náilon de um metro de comprimento, sendo suficiente para que pudesse atingir a região do saco ventral do rúmen (local onde foi depositado), sendo a extremidade livre presa na cânula ruminal.

Os sacos de náilon com as amostras foram depositados no rúmen em ordem decrescente do tempo de incubação e os sacos destinados ao tempo zero hora foram apenas imersos no conteúdo ruminal e retirados imediatamente.

Para paralisar a fermentação, as amostras incubadas foram colocadas em bacias com água e gelo e, em seguida, levadas para lavagem em máquina apropriada. Após este procedimento, as amostras foram levadas para a estufa à 65°C por 72 horas, resfriadas em dessecador e pesadas.

Em uma primeira etapa do experimento, foi realizado o ensaio de degradabilidade *in situ* do FBD. Neste ensaio estimou-se a degradabilidade *in situ* da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e amido. Os tempos de incubação no rúmen foram de 0, 3, 6, 12, 18, 24, 36, 48 e 72 horas.

Em uma segunda etapa do experimento, foi realizado o ensaio de degradabilidade *in situ* da silagem do capim napier produzida com o FBD nos níveis já mencionados, em silos de laboratório por 30 dias.

### **3.5 Análises laboratoriais**

No material seco e moído (FBD e capim napier), antes e após a ensilagem, foram realizadas as análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) pelo método semi-micro kjedahl, extrato etéreo e nitrogênio amoniacal como percentagem do nitrogênio total, conforme “Association of Official

Agricultural Chemists”– AOAC (1990); o amido, pelo método Somogy & Nelson (1944); fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, cinzas e pH, segundo a metodologia descrita por Silva (2004).

### 3.6 Delineamento experimental

Para avaliar o efeito dos níveis de adição de FBD sobre os componentes nutritivos, MS, PB, FDN e FDA, do capim napier ensilado, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições (silos) para os cinco tratamentos (níveis de adição do FBD: 5%, 10%, 15% e 20%).

O modelo matemático utilizado que descreve o efeito dos tratamentos é o seguinte:

$$y_{ij} = \mu + t_i + e_{(ij)}$$

em que:

$y_{ij}$  = concentração do nutriente que recebeu o tratamento  $i$  na repetição  $j$ ;

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

$t_i$  = efeito do tratamento  $i$  ( $i = 1, \dots, 5$ )

$e_{(ij)}$  = erro associado a cada observação que recebeu o tratamento  $i$  na repetição  $j$  ( $j = 1, \dots, 4$ )

### 3.7 Análises estatísticas

O efeito da adição do FBD sobre os componentes nutritivos e sobre os parâmetros da degradabilidade do capim napier ensilado foi analisado estatisticamente pela análise de variância e regressão, por meio do software estatístico SAS (1991).

Para o estudo da degradabilidade utilizou-se do modelo matemático, que caracteriza análise subdividida no tempo. Também foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado.

Para avaliar o efeito dos tratamentos sobre a degradabilidade da MS, PB, FDN, FDA e amido, dos alimentos estudados utilizou-se o seguinte modelo:

$$y_{ijk} = \mu + c_i + e_{(i)k} + t_j + ct_{(ij)} + e_{(ijk)}$$

em que:

$y_{ijk}$  = degradabilidade da silagem do capim napier que recebeu o nível  $i$  do farelo de batata diversa no animal  $k$ , no tempo de incubação  $j$ ;

$\mu$  = constante associada a todas observações;

$c_i$  = efeito dos níveis do farelo de batata diversa; ( $i = 1, \dots, 5$ )

$e_{(i)k}$  = erro associado ao nível  $i$  do farelo de batata diversa no animal  $k$ ;

$t_j$  = efeito do tempo de incubação  $j$ ; ( $j = 1, \dots, 9$ )

$ct_{(ij)}$  = efeito da interação no nível  $i$  com o tempo de incubação  $j$ ;

$e_{(ijk)}$  = erro associado ao nível  $i$  do farelo de batata diversa no tempo  $j$  de incubação no animal  $k$ . ( $k = 1, \dots, 3$ )

A partir da significância da interação ( $ct_{(ij)}$ ) foram feitos estudos com o modelo de regressão não-linear com recuperação da estrutura experimental, contido no pacote computacional SAS (1991), conforme a equação proposta por Orskov & Mc Donald (1979):

$$y = a + b (1 - e^{-ct})$$

em que:

y = degradabilidade acumulada do componente nutritivo (MS, PB, FDN, FDA e amido) analisado, após o tempo t;

a = coeficiente linear da curva de degradabilidade quando t é igual a 0, que corresponde à fração solúvel em líquido ruminal do componente nutritivo analisado;

b = potencial de degradação da fração insolúvel em líquido ruminal do componente nutritivo analisado;

a + b = degradabilidade potencial do componente nutritivo analisado, quando o tempo não for fator limitante;

c = taxa de degradação por ação fermentativa de b;

t = tempo de incubação;

e = base do logaritmo neperiano.

Uma vez calculados os coeficientes a, b e c, estes foram aplicados à equação proposta por Orskov & Mc Donald (1979), para o cálculo da degradabilidade ruminal efetiva:

$$p = a + \frac{b \cdot c}{c + k}$$

em que:

p = degradabilidade ruminal efetiva do componente nutritivo analisado;

k = taxa de passagem do alimento.

Realizou-se o estudo para a taxa de passagem (k) a 0,02; 0,05 e 0,08, Considerou-se a taxa de passagem 0,05 para a discussão do trabalho e os outros resultados foram ilustrativos (anexos).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Composição bromatológica

O farelo de batata diversa (FBD) obtido da moagem e secagem da batata diversa *in natura*, apresentou baixo teor de fibra e elevado teor de amido, conforme Tabela 1.

**TABELA 1.** Análise bromatológica do farelo de batata diversa, em base de matéria seca (MS).

| Nutriente                     | %     |
|-------------------------------|-------|
| Matéria seca (MS)             | 86,13 |
| Proteína bruta (PB)           | 12,36 |
| Fibra detergente neutro (FDN) | 13,21 |
| Fibra detergente ácido (FDA)  | 6,22  |
| Cinzas                        | 3,56  |
| Extrato etéreo (E.E)          | 3,80  |
| Amido                         | 57,02 |

Balsalobre (1995) afirma que os tubérculos apresentam elevado valor energético, o qual é derivado do amido que está presente em até 65% na MS. Sendo assim, a utilização da batata na alimentação de ruminantes está em função da energia fornecida pelo amido.

Os valores encontrados para a composição bromatológica do farelo de batata diversa foram inferiores aos citados por Balsalobre (1995), porém, o teor de amido apresentou a maior fração dos nutrientes estudados, fato este que justifica sua utilização como alimento energético.

O teor de proteína bruta de 12,36% foi superior ao citado por Balsalobre (1995) que foi de 8,45% na MS. Em contrapartida, o teor de amido de 57,02% foi inferior ao encontrado por Balsalobre (1995), que foi de 65%.



#### 4.2 Composição bromatológica do material original antes da ensilagem

Os resultados obtidos referentes à composição bromatológica do material original antes da ensilagem estão apresentados na Tabela 2.

**TABELA 2.** Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), na MS das misturas antes da ensilagem.

| Tratamentos            | MS (%) | PB (%) | FDN (%) | FDA (%) |
|------------------------|--------|--------|---------|---------|
| Capim napier           | 31,37  | 7,85   | 76,15   | 45,22   |
| Capim napier + 5% FBD  | 34,45  | 7,88   | 71,66   | 39,60   |
| Capim napier + 10% FBD | 37,48  | 8,28   | 64,73   | 37,52   |
| Capim napier + 15% FBD | 40,67  | 8,32   | 59,07   | 36,85   |
| Capim napier + 20% FBD | 40,83  | 8,51   | 58,75   | 36,11   |

À medida que se adicionou o farelo de batata diversa no momento da ensilagem do capim napier, observou-se o aumento nos teores de MS da massa ensilada. Essa elevação dos teores de MS das silagens deve melhorar o padrão de fermentação do material (Wieringa, 1958; Lavezzo, 1981; Andrade, 1995). Além de contribuir para a conservação da massa ensilada, o teor aumentado de matéria seca auxilia na inibição do desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, conforme Woolford (1984).

#### 4.3 Composição bromatológica das silagens

A composição bromatológica das silagens, com seus respectivos tratamentos, encontra-se na Tabela 3.

**TABELA 3.** Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) na MS das silagens.

| Tratamentos              | MS (%) | PB (%) | FDN (%) | FDA (%) |
|--------------------------|--------|--------|---------|---------|
| Silagem napier           | 33,55  | 6,13   | 73,1    | 45,15   |
| Silagem napier + 5% FBD  | 36,49  | 6,64   | 71,26   | 39,35   |
| Silagem napier + 10% FBD | 39,7   | 7,66   | 63,01   | 37,49   |
| Silagem napier + 15% FBD | 41,07  | 7,68   | 59,00   | 36,63   |
| Silagem napier + 20% FBD | 42,24  | 7,96   | 52,5    | 30,38   |

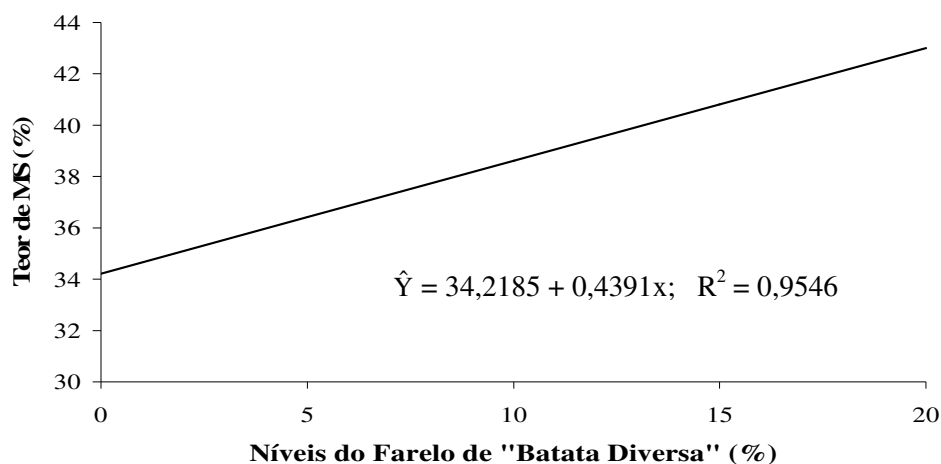
#### 4.3.1 Características das silagens

Observou-se em todos os tratamentos, silagens de odor agradável, coloração amarelada e ausência de fungos.

##### 4.3.1.1 Teor de matéria seca (MS) das silagens

Os teores de MS das silagens de capim napier foram influenciados ( $P < 0,01$ ) (Tabela 1A) pela adição do farelo de batata diversa.

Houve aumento no teor de MS das silagens à medida que se adicionou o farelo de batata diversa de forma linear, conforme Figura 1.



**FIGURA 1.** Efeito dos níveis de adição do FBD no teor médio de MS das silagens de capim napier.

Segundo Muck (2001), o teor de MS pode variar de 30% a 50%. Em silagens com teor menor do que 30%, as perdas por efluente e fermentação por clostrídios são significativas e com teores maiores do que 50% ocorrem danos por calor e deterioração, devido à dificuldade de compactação.

O teor de MS (Tabela 2) evidencia que a porcentagem de MS observada no capim napier *in natura* acrescido do farelo de batata diversa, no momento da ensilagem, encontra-se dentro dos valores limites citados por Muck (2001).

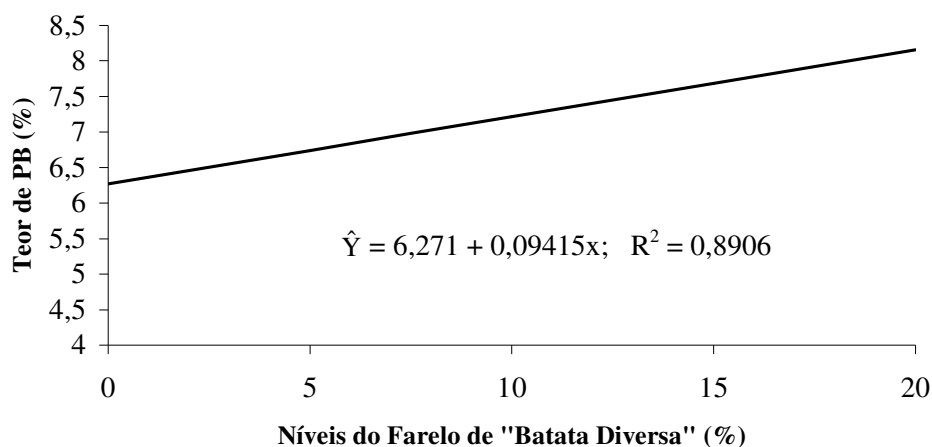
Analisando-se o material antes de ensilar (Tabela 2) e depois de ensilado (Tabela 3), observa-se aumento no teor de matéria seca das silagens, que possivelmente pode estar associado a perdas por gases ocorridas durante o processo de ensilagem. De acordo com McDonald et al. (1991) e Balsalobre et al. (2001), essas perdas estão associadas ao tipo de fermentação ocorrida no processo.

Segundo Loures (2000), ao ensilar capim-elefante (*Pennisetum purpureum* SCHUM) cv. Cameroon, com 13% e 25% de MS, foi observado que a ensilagem a 13% de MS resultou em perdas significativas de MS e nutrientes por meio do efluente. Não tendo havido produção de efluente no capim ensilado com maior teor de MS.

#### 4.3.1.2 Teor de proteína bruta das silagens

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 1A, o teor de PB na MS da silagem de capim napier foi influenciado ( $P < 0,01$ ) pela adição do farelo de batata diversa.

A adição do farelo de batata diversa proporcionou aumento linear no teor de PB na MS das silagens (Figura 2).



**FIGURA 2.** Efeito dos níveis de adição de FBD no teor médio de PB das silagens de capim napier.

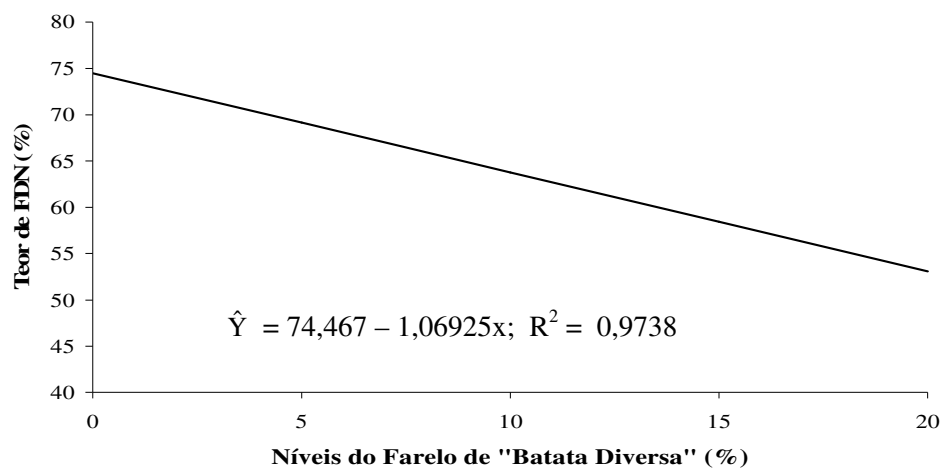
Os teores de PB encontrados neste experimento para as silagens com os níveis de 5%, 10% e 15% do farelo de batata diversa foram superiores aos encontrados por Peres (1997), quando utilizou os mesmos níveis de inclusão

(5%, 10% e 15%) de polpa cítrica, adicionada ao capim napier ensilado em silos laboratoriais por 42 dias, observando valores para PB na MS de 6,4%, 6,5% e 6,8%, respectivamente.

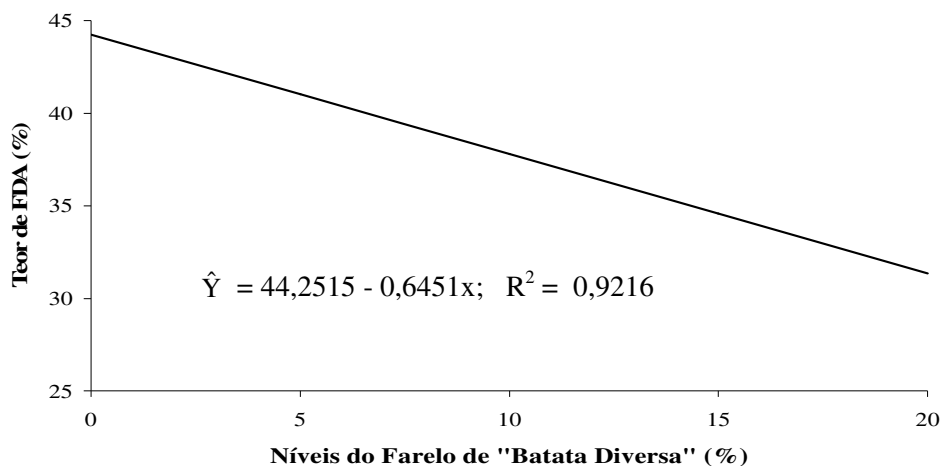
#### 4.3.1.3 Teor da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) na MS das silagens

Observou-se efeito significativo ( $P < 0,01$ ) da adição do FBD nos teores de FDN e FDA nas silagens de capim napier. Os resumos das análises de variância para os teores de FDN e FDA estão apresentados na Tabela 3A.

Foi observada redução linear nos teores de FDN e FDA à medida que se aumentou o nível do FBD nas silagens de capim napier, como pode ser observado nas Figuras 3 e 4, respectivamente.



**FIGURA 3.** Efeito dos níveis de adição de FBD no teor médio de FDN das silagens de capim napier.



**FIGURA 4.** Efeito dos níveis de adição de FBD no teor médio de FDN das silagens de capim napier.

À medida em que aumentaram-se os níveis de adição do FBD de 5% para 20%, houve redução de 16,04% nos teores de FDN das silagens. Essa redução no teor de FDN das silagens com o aumento dos níveis do FBD é explicada pelo fato do teor de FDN na MS do FBD (13,21%) ser menor do que o teor de FDN na MS do capim napier (76,15%).

A FDN obtida para o material antes e após a ensilagem com o FBD pode permitir maior ingestão de MS, conforme trabalho realizado por Resende et al. (1994). Estes autores quais concluíram que aumentos na ingestão de MS foram possíveis quando houve decréscimo na quantidade de FDN da ração que variou de 76,00% a 51,90% na MS.

Ferrari Júnior & Lavezzo (2001), ensilando capim-elefante cv. Taiwan A 146, acrescido de farelo de mandioca, nos níveis de 0%, 2%, 4%, 8% e 12%, obtiveram valores para FDN de 72,91%, 68,83%, 68,51%, 64,99% e 60,37% na MS, respectivamente. Como pode ser observado na Tabela 3, quando se

adicionou o FBD nos níveis de 10%, 15% e 20%, os teores de FDN foram inferiores aos encontrados por esses autores.

Também os valores de FDA na MS das silagens do capim napier adicionado do FBD reduziram com o aumento dos níveis de adição, sendo a redução observada de 9,68% quando se elevou o nível de adição do FBD de 5 % para 20%. Essa redução foi atribuída ao menor teor de FDA do FBD (6,22%) em relação ao FDA na MS do capim napier (45,22%).

O valor de FDA (30,38%) encontrado na silagem de capim napier, quando adicionaram-se 20% do FBD, foi inferior quando comparado à silagem de milho, segundo Bueno et al. (2001), que obtiveram valor de FDA na MS de 31,96%. No entanto, para as silagens de capim napier com seus respectivos tratamentos, os valores de FDA na MS foram superiores, exceto para o nível 5%, aos verificados por Peres (1997), quando adicionou polpa cítrica ao ensilar capim-elefante nos níveis de 0%, 5%, 10% e 15%, cujos teores encontrados de FDA na MS foram de 41,0%, 39,9%, 35,6% e 36,4%, respectivamente.

#### **4.3.1.4 Valores de pH e teores de nitrogênio amoniacal como porcentagem do nitrogênio total [N-NH<sub>3</sub> (% N total)] das silagens**

Como verifica-se na Tabela 2A, a análise de variância mostrou efeito significativo ( $P < 0,01$ ) no pH e N-NH<sub>3</sub>, para a silagem de capim napier, quando adicionou-se o farelo de batata diversa.

Segundo Rotz & Muck (1994), um dos princípios básicos da ensilagem é a inibição do desenvolvimento dos microrganismos pelo abaixamento do pH ou exaustão dos substratos.

Com relação aos parâmetros de avaliação do processo fermentativo, o índice de pH, os ácidos orgânicos e o nitrogênio amoniacal são os mais

utilizados. Uma boa silagem deve ter um pH na faixa de 3,8 a 4,2 (Ruiz, 1992; Lavezzo, 1994).

Os valores encontrados para pH e N-NH<sub>3</sub> (% N total) para as silagens estão apresentados na Tabela 4.

**TABELA 4.** Valores de pH e nitrogênio amoniacal como percentagem do nitrogênio total N-NH<sub>3</sub> (% N total), nas silagens de capim napier.

| Tratamentos              | pH   | N-NH <sub>3</sub> (% N total) |
|--------------------------|------|-------------------------------|
| Silagem napier           | 3,71 | 2,38                          |
| Silagem napier + 5% FBD  | 3,75 | 3,99                          |
| Silagem napier + 10% FBD | 3,87 | 4,85                          |
| Silagem napier + 15% FBD | 3,96 | 5,44                          |
| Silagem napier + 20% FBD | 4,00 | 5,50                          |

Os valores de pH encontrados para os níveis de 10%, 15%, e 20% de inclusão do farelo de batata diversa (Tabela 4), estão de acordo com o recomendado na literatura (Ruiz, 1992; Lavezzo, 1994) para uma silagem com bom padrão de fermentação.

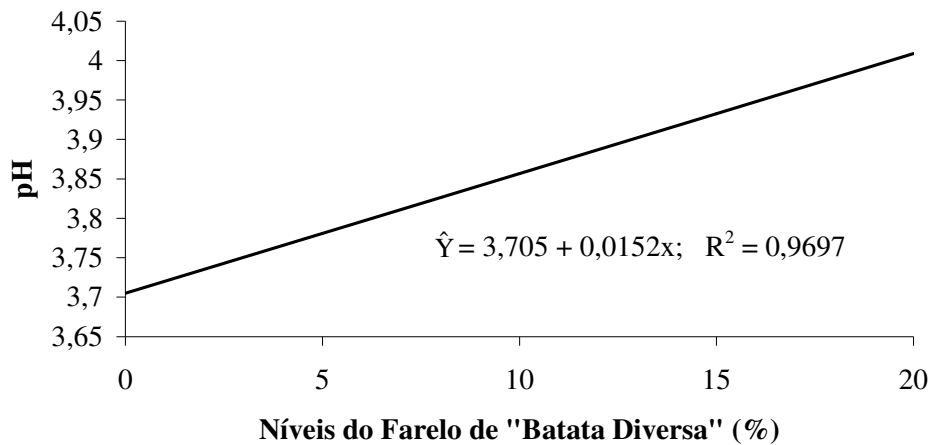
Em relação ao N-NH<sub>3</sub> (% N total), Van Soest (1994) afirma que silagem com baixo teor de nitrogênio amoniacal (inferior a 10% do nitrogênio total), indica que o processo de fermentação não resultou em quebra excessiva da proteína em amônia. Na Tabela 4, verifica-se que os valores obtidos variaram entre 2,38% e 5,50% N total, o que indica que não ocorreu quebra excessiva da proteína no decorrer do processo fermentativo.

Peres (1997), ao avaliar o efeito da utilização da polpa cítrica como aditivo na ensilagem do capim napier, utilizou valores de 0%, 5%, 10% e 15% da matéria original. Os valores de N-NH<sub>3</sub> (% N total) relatados foram de 12,7%, 11,8%, 11,5% e 10,9%, respectivamente, sendo superiores ao recomendado por Van Soest (1994). Da mesma forma, Ferrari Júnior & Lavezzo (2001), para a



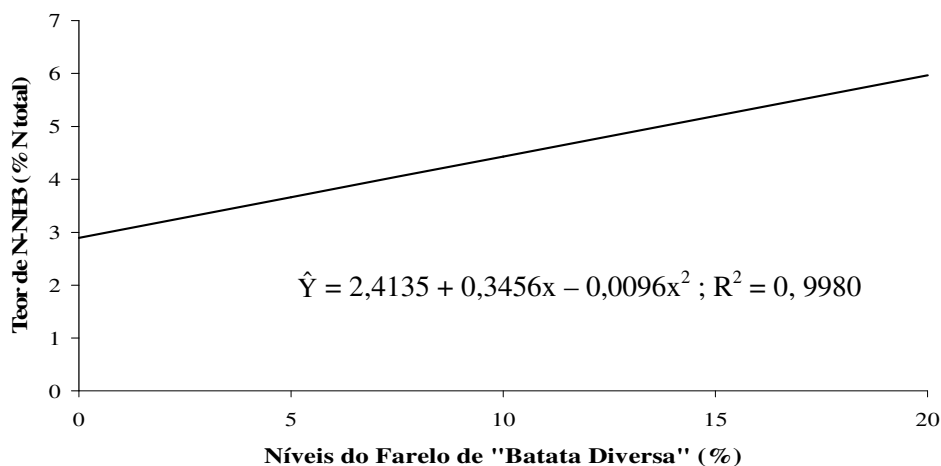
silagem de capim-elefante cv. Taiwan A-146, adicionada de farelo de mandioca nos níveis de 0%, 2%, 4%, 8% e 12%, encontraram valores de N-NH<sub>3</sub> (% N total) de 17,52; 18,99; 17,76; 18,87 e 18,97, respectivamente, e portanto, superiores aos citados por Van Soest (1994).

A adição do farelo de batata diversa proporcionou aumento linear do pH das silagens (Figura 5).



**FIGURA 5.** Efeito dos níveis de adição de FBD no valor médio de pH das silagens de capim napier.

A adição do farelo de batata diversa proporcionou aumento de forma linear nos valores de N-NH<sub>3</sub> (% N total) das silagens (Figura 6).



**FIGURA 6.** Efeito dos níveis de adição de FBD no teor médio de nitrogênio amoniacal como percentagem do nitrogênio total das silagens de capim napier.

#### 4.4 Cinética ruminal da matéria seca

Os valores da fração solúvel (a) e insolúvel potencialmente degradável (b), taxa de degradação (c), degradabilidade potencial, degradabilidade efetiva e do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) da MS do farelo de batata diversa (FBD) e da MS da silagem de capim napier contendo diferentes níveis de FBD estão apresentados na Tabela 5.

**TABELA 5.** Valores médios dos coeficientes a (fração solúvel), b (fração insolúvel potencialmente degradável), c (taxa de degradação da fração b), degradabilidade potencial e efetiva da matéria seca (MS) do FBD e da MS da silagem de capim napier contendo diferentes níveis de FBD, com os respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ), considerando taxa de passagem ( $k$ ) = 0,05.

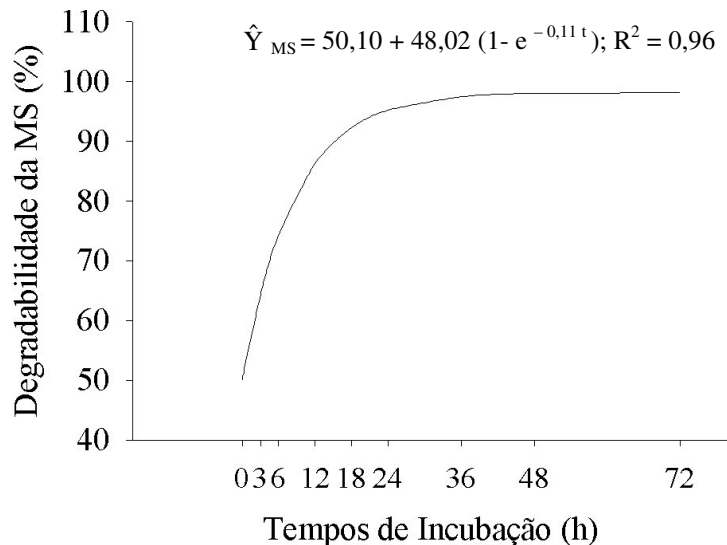
| Tratamentos              | Coeficientes |       |         | Degradabilidade (%) |         | $R^2$  |
|--------------------------|--------------|-------|---------|---------------------|---------|--------|
|                          | a (%)        | b (%) | c (%/h) | Potencial           | Efetiva |        |
| FBD                      | 50,10        | 48,02 | 11,66   | 98,12               | 83,71   | 0,9648 |
| Silagem napier           | 16,71        | 37,51 | 2,81    | 54,22               | 30,21   | 0,9987 |
| Silagem napier + 5% FBD  | 23,12        | 38,03 | 2,49    | 61,15               | 35,77   | 0,9914 |
| Silagem napier + 10% FBD | 29,38        | 33,1  | 2,81    | 62,48               | 41,31   | 0,9981 |
| Silagem napier + 15% FBD | 32,82        | 30,06 | 3,38    | 62,88               | 44,95   | 0,9876 |
| Silagem napier + 20% FBD | 37,68        | 28,27 | 3,01    | 65,95               | 48,32   | 0,9642 |

Arias et al. (1993), ao estudarem a degradabilidade ruminal *in situ* de alimentos concentrados energéticos e protéicos, observaram valores médios de coeficientes a, b e c, para o farelo de trigo de 28,5%, 54,0% e 11,5%/h respectivamente e, para o fubá de milho, de 13,4%, 92,1% e 2,9%/h, respectivamente.

O valor obtido para a taxa de degradação (c), na avaliação do farelo de batata diversa, foi superior aos encontrados para o fubá de milho e farelo de trigo, por Arias et al. (1993). Isso possivelmente é explicado pelas diferenças existentes entre a estrutura do amido nos diferentes alimentos, que possibilitam maior ou menor ataque microbiano em função da quantidade de amilose e amilopectina, bem como a presença ou ausência de matriz protéica envolvendo o grânulo do amido dificultando sua degradação caso presente.

A degradabilidade efetiva da MS de 83,71% encontrada para o farelo de batata diversa foi superior ao da raspa da mandioca (75%) encontrada por Martins et al. (1999), considerando a mesma taxa de passagem ( $k= 0,05$ ).

A Figura 7 apresenta a degradabilidade da MS do FBD em função do tempo.



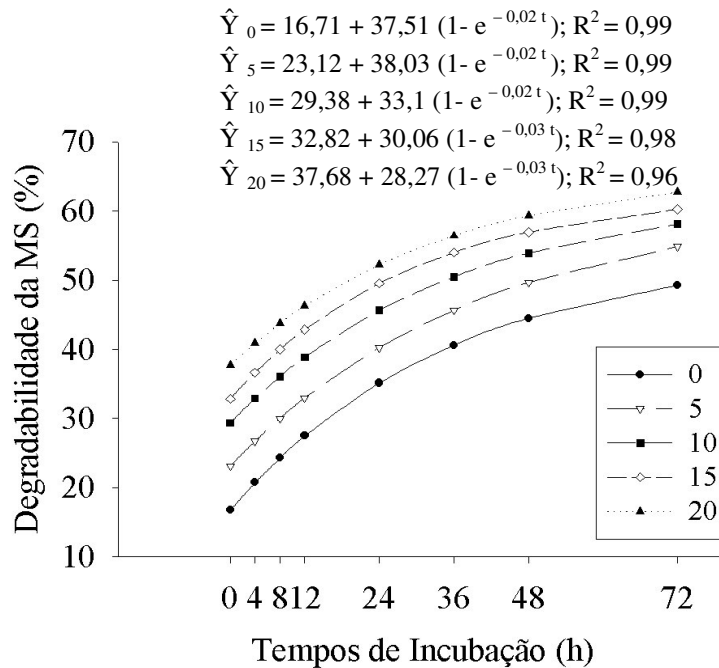
**FIGURA 7.** Degradabilidade da MS (%) do farelo de batata diversa nos diferentes tempos de incubação (h).

Observa-se, na Figura 7, que houve estabilização na degradabilidade da MS do farelo de batata diversa, a partir de 48 horas de incubação.

Ribeiro Filho (1998), ao avaliar a degradabilidade efetiva do capim-elefante *in natura*, encontrou 32,75%, sendo superior aos 30,21% obtidos neste estudo para a silagem de capim napier quando não foi adicionada do farelo de batata diversa.

A degradabilidade efetiva da MS de (48,32%) para a silagem de capim napier adicionada de 20% do farelo de batata diversa foi superior à encontrada para a silagem de sorgo (46,0%), conforme Martins et al. (1999), porém, inferior ao valor obtido pelos mesmos autores para a silagem de milho (54,8%).

A Figura 8 apresenta a degradabilidade da MS da silagem de capim napier adicionada de FBD em função do tempo.



**FIGURA 8.** Efeito dos níveis de adição do FBD na degradabilidade da MS da silagem do capim napier, nos diferentes tempos de incubação (h).

Observa-se, pela Figura 8, que, ao adicionar os níveis estudados do farelo de batata diversa, houve aumento na MS degradada em função dos tempos de incubação.

#### 4.5 Cinética ruminal da fibra em detergente neutro

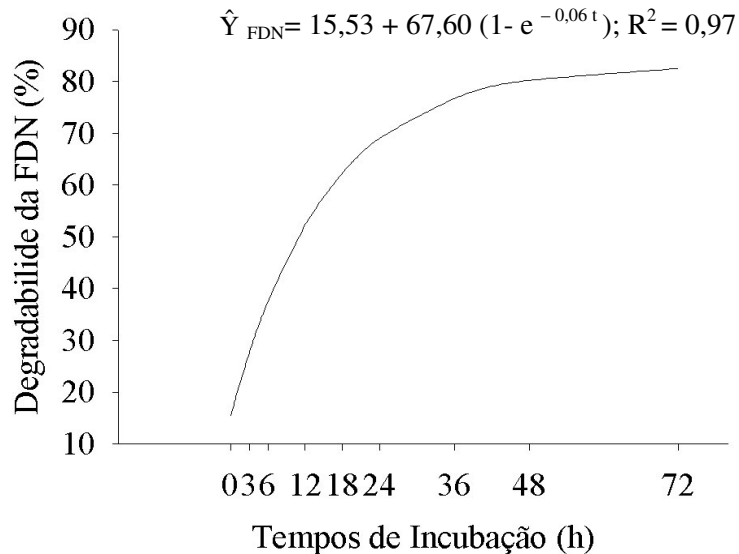
Os valores da fração solúvel (a) e insolúvel potencialmente degradável (b), taxa de degradação (c), degradabilidade potencial, degradabilidade efetiva e do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) da fibra em detergente neutro (FDN) do farelo de batata diversa (FBD) e da FDN da silagem de capim napier contendo diferentes níveis de FBD, estão apresentados na Tabela 6.

**TABELA 6.** Valores médios dos coeficientes a (fração solúvel), b (fração insolúvel potencialmente degradável), c (taxa de degradação da fração b), degradabilidade potencial e efetiva da fibra em detergente neutro (FDN) do farelo de batata diversa (FBD) e da FDN da silagem de capim napier contendo diferentes níveis de FBD, com os respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ), considerando taxa de passagem ( $k$ ) = 0,05.

| Tratamentos              | Coeficientes |       |         | Degradabilidade (%) |         | $R^2$  |
|--------------------------|--------------|-------|---------|---------------------|---------|--------|
|                          | a (%)        | b (%) | c (%/h) | Potencial           | Efetiva |        |
| FBD                      | 15,53        | 67,60 | 6,56    | 83,13               | 53,89   | 0,9706 |
| Silagem napier           | 10,33        | 41,10 | 2,33    | 51,43               | 23,39   | 0,9935 |
| Silagem napier + 5% FBD  | 16,91        | 39,93 | 2,12    | 56,84               | 28,81   | 0,9903 |
| Silagem napier + 10% FBD | 17,11        | 38,78 | 2,27    | 55,89               | 29,18   | 0,9887 |
| Silagem napier + 15% FBD | 17,31        | 38,36 | 2,33    | 55,67               | 29,50   | 0,9867 |
| Silagem napier + 20% FBD | 22,50        | 38,28 | 1,69    | 60,78               | 32,19   | 0,9765 |

Porcionato et al. (2004), avaliando o nível de inclusão de polpa cítrica na ração de bovinos à base de silagem de milho, levedura, uréia e sal mineral, obtiveram valores de degradabilidade efetiva para a FDN de 26,90% e 23,89%; quando adicionou-se 60% na ração de polpa cítrica peletizada normal e polpa cítrica peletizada queimada respectivamente. A degradabilidade efetiva da FDN do farelo de batata diversa apresentou valor de 53,89%. Quando adicionou-se o FBD no nível de 20% na silagem de capim napier, obteve-se degradabilidade efetiva da FDN de 32,19%, portanto, superior aos valores encontrados quando foi adicionada a polpa cítrica na ração de bovinos.

A Figura 9 apresenta a degradabilidade da FDN do FBD em função do tempo.



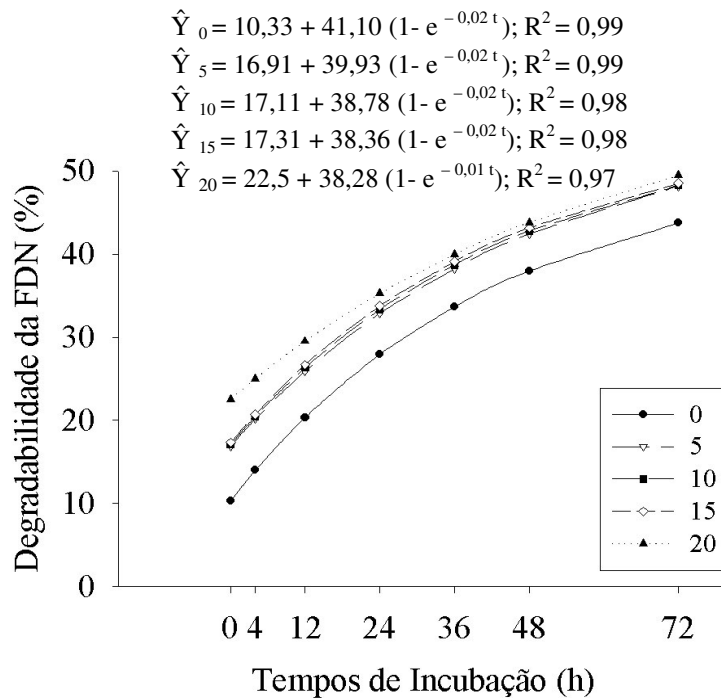
**FIGURA 9.** Degradabilidade da FDN (%) do FBD nos diferentes tempos de incubação (h).

Observa-se, na Figura 9, que houve estabilização na degradabilidade da FDN do farelo de batata diversa a partir de 48 horas de incubação.

Santos (2001), avaliando a degradabilidade efetiva da FDN em silagem de milho, encontrou o valor de 23,09%, inferior a todos os valores obtidos neste trabalho.

Moron (1999) observou valor de 21% para a degradabilidade efetiva do capim napier, sendo, portanto, inferior ao encontrado para a silagem de capim napier sem adição do FBD.

A degradabilidade da FDN da silagem de capim napier adicionada do FBD em função do tempo está representada na Figura 10.



**FIGURA 10.** Efeito dos níveis de adição do FBD na degradabilidade da FDN (%) da silagem do capim napier nos diferentes tempos de incubação (h).

Observa-se que, com o aumento dos tempos de incubação, as porcentagens de desaparecimento da FDN dos tratamentos em estudo aumentaram efetivamente até as 72 horas.

#### 4.6 Cinética ruminal da proteína bruta

Os valores da fração solúvel (a) e insolúvel potencialmente degradável (b), taxa de degradação (c), degradabilidade potencial, degradabilidade efetiva e do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) da PB do farelo de batata diversa (FBD) e



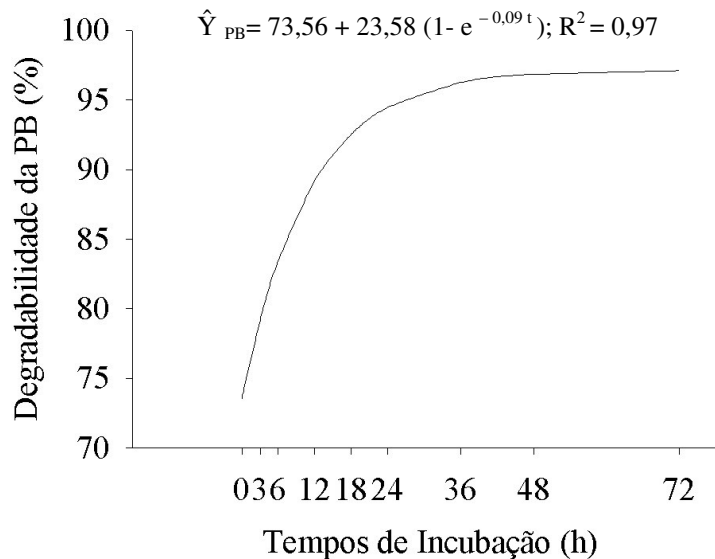
da PB da silagem de capim napier contendo diferentes níveis de FBD, estão apresentados na Tabela 7.

**TABELA 7.** Valores médios dos coeficientes a (fração solúvel), b (fração insolúvel potencialmente degradável), c (taxa de degradação da fração b), degradabilidade potencial e efetiva da proteína bruta (PB) do FBD e da (PB) da silagem de capim napier contendo diferentes níveis de FBD, com os respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ), considerando taxa de passagem ( $k$ ) = 0,05.

| Tratamentos              | Coeficientes |       |         | Degradabilidade (%) |         | $R^2$  |
|--------------------------|--------------|-------|---------|---------------------|---------|--------|
|                          | a (%)        | b (%) | c (%/h) | Potencial           | Efetiva |        |
| FBD                      | 73,56        | 23,58 | 9,08    | 97,14               | 88,76   | 0,9795 |
| Silagem napier           | 56,53        | 9,45  | 3,13    | 65,98               | 60,17   | 0,9494 |
| Silagem napier + 5% FBD  | 62,31        | 8,92  | 3,00    | 71,23               | 65,66   | 0,9178 |
| Silagem napier + 10% FBD | 67,35        | 4,61  | 2,85    | 71,96               | 69,02   | 0,9887 |
| Silagem napier + 15% FBD | 67,04        | 7,53  | 3,80    | 74,57               | 70,29   | 0,9499 |
| Silagem napier + 20% FBD | 71,61        | 5,99  | 6,00    | 77,60               | 74,88   | 0,9679 |

A degradabilidade efetiva da PB do FBD (88,76%) foi superior aos valores encontrados por Martins et al. (1999), quando avaliaram a degradabilidade efetiva da PB para o farelo de trigo e a raspa de mandioca, obtendo valores de 86,5% e 71,7%, respectivamente, considerando  $k = 0,05$ .

A Figura 11 apresenta a degradabilidade da PB do FBD em função do tempo.

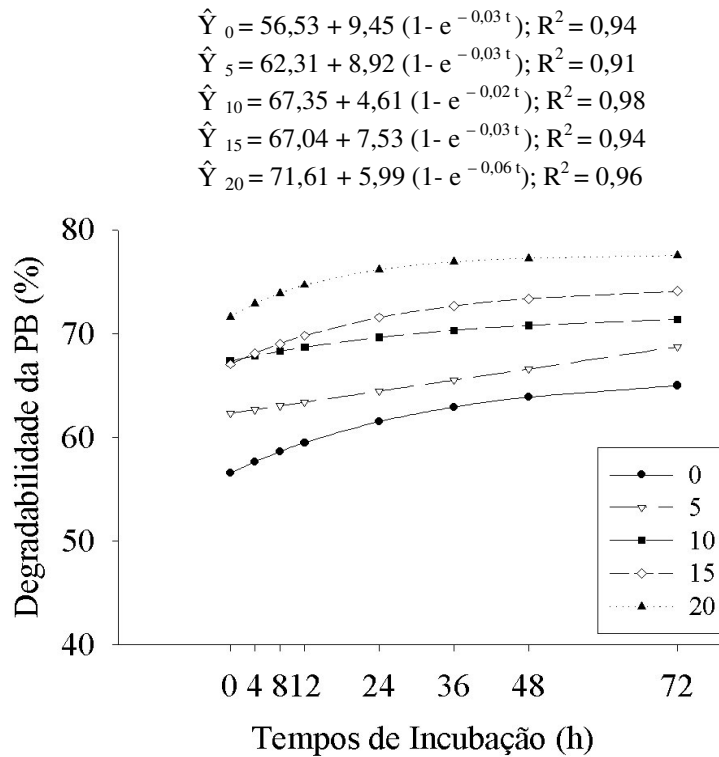


**FIGURA 11.** Degradabilidade da PB (%) do FBD nos diferentes tempos de incubação (h).

Observa-se, na Figura 11, que houve tendência de estabilização na degradabilidade da PB do farelo de batata diversa a partir de 24 horas de incubação.

Martins et al. (1999), avaliando a degradabilidade efetiva da PB de silagem de milho e silagem de sorgo, encontraram valores de 70,4% e 67,9%, respectivamente, os quais foram inferiores ao observado para o nível de inclusão de 20% para o FBD na ensilagem de capim napier (74,88%).

A Figura 12 apresenta a degradabilidade da PB da silagem de capim napier adicionada do FBD em função do tempo.



**FIGURA 12.** Efeito dos níveis de adição do FBD na degradabilidade da PB (%) da silagem do capim napier nos diferentes tempos de incubação (h).

Observa-se que, a partir de 48 horas de incubação, houve tendência em estabilizar a degradabilidade da PB dos tratamentos estudados.

#### 4.7 Cinética ruminal do amido

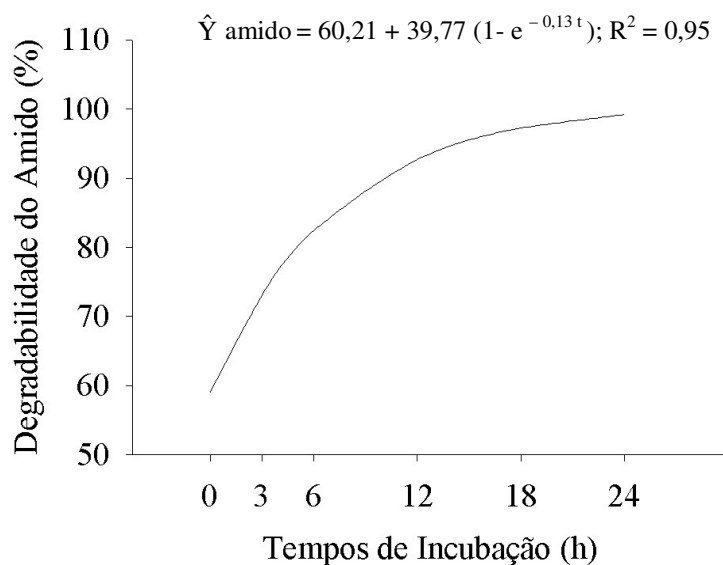
Os valores da fração solúvel (a) e insolúvel potencialmente degradável (b), taxa de degradação (c), degradabilidade potencial, degradabilidade efetiva e do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) do amido do farelo de batata diversa (FBD), estão apresentados na Tabela 8.

**TABELA 8.** Valores médios dos coeficientes a (fração solúvel), b (fração insolúvel potencialmente degradável), c (taxa de degradação da fração b), degradabilidade potencial e efetiva do amido do farelo de batata diversa (FBD) e coeficiente de determinação ( $R^2$ ), considerando taxa de passagem ( $k$ ) = 0,05.

| Tratamento | Coeficientes |       |         | Degradabilidade (%) |         | $R^2$  |
|------------|--------------|-------|---------|---------------------|---------|--------|
|            | a (%)        | b (%) | c (%/h) | Potencial           | Efetiva |        |
| FBD        | 60,21        | 39,77 | 13,68   | 99,98               | 89,34   | 0,9508 |

Zeoula et al. (1999), avaliando a degradabilidade efetiva do amido do milho, sorgo, raspa de mandioca, triticale e farelo de trigo, encontraram valores, respectivamente, de 57,8%, 67,5%, 79,1%, 98,4% e 98,8%. O resultado obtido para a degradabilidade do amido do FBD (89,34%) foi superior aos encontrados para o amido do milho, sorgo e raspa de mandioca.

A Figura 13 apresenta a degradabilidade do amido do FBD, em função do tempo.



**FIGURA 13.** Degradabilidade do amido (%) do FBD nos diferentes tempos de incubação (h).

Observa-se que, nas primeiras seis horas de incubação, cerca de 80% do amido do FBD foram degradados.

## 5 CONCLUSÕES

O farelo de batata diversa apresentou potencial para ser utilizado como fonte energética na alimentação de ruminantes, pois apresentou 57,02% de amido, com degradabilidade ruminal efetiva de 89,34%.

Este estudo mostrou que as adições de 15% e 20% de farelo de batata diversa a silagem de capim napier, proporcionaram melhores resultados que caracterizam uma boa silagem e maiores valores de degradabilidade ruminal *in situ* da MS, FDN, FDA e PB. Portanto, são estes os valores recomendados como aditivo de silagem de capim napier.

A desidratação da batata diversa ao sol, para produzir o farelo, possibilitou conservar o material por um período de até seis meses, armazenado em local livre de umidade e ventilado.

## **6 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

O presente trabalho é parte do projeto de pesquisa financiado pela FAPEMIG – CAG 624/02. Neste projeto estão previstos ensaios de produção com novilhos em terminação e vacas em lactação Holandês preto e branco, utilizando as duas melhores silagens obtidas neste estudo, comparadas as silagens de milho e capim napier, para avaliar o efeito destas silagens no ganho de peso, produção e qualidade do leite.

Serão conduzidos também ensaios de produção utilizando o farelo de batata diversa, em substituição ao milho moído, na ração concentrada de bezerros em crescimento, novilhos confinados e vacas em lactação, visando avaliar o seu efeito no ganho de peso, produção e qualidade do leite.

Estudos de conservação da batata diversa na forma peletizada poderão ser uma opção para armazenamento e comercialização, caso apresente viabilidade econômica para a indústria e os pecuaristas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comercio, 2005. 520 p.

ALCÂNTARA, P. B.; BUFARAH, G. **Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas** 2. ed. São Paulo: Nobel, 1986. 150 p.

ANDRADE, J. B. de. **Efeito da adição de rolão de milho, farelo de trigo e sacharina na ensilagem do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* SCHUM).** 1995. 190 p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu.

ARIAS, A. M. C.; VALADARES FILHO, S. de C.; SILVA, J. F. C. da. Degradabilidade ruminal da matéria seca e da proteína bruta de alimentos, utilizando-se a técnica dos sacos de náilon, em vacas gestantes alimentadas com feno (80%) e concentrados (20%). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 22, n. 1, p. 89-98, jan./fev. 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA BATATA. Desperdício. **Batata Show**, Itapetininga, v. 4, n. 10, nov. 2004. 42 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15. ed. Washington, 1990. 2 v.

AZEVEDO, G. P. C. de. **Produção, composição química e digestibilidade “in vitro” do capim elefante (*Pennisetum purpureum* SHUM.) “cameroon” em diferentes idades.** 1985. 79 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

BALSALOBRE, M. A. A. Batata, beterraba, cenoura e nabo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 6., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: 1995. p. 99-121.

BALSALOBRE, M. A. A.; NUSSIO, L. G.; MARTHA JÚNIOR, G. B. Controle de perdas na produção de silagens de gramíneas tropicais. In: MATTOS, W. R. S.; FARIA, V. P.; DA SILVA, S. C. (Ed.). **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 890-911.

BOGDAN, A. V. **Tropical pastures and fodder plants**. New York: Longman. 1977. 475 p.



- BRUNKEN, J. A systematic survey of *Pennisetum* sect. *Pennisetum* (Graminae). **American Journal of Botany**, Columbus, v. 64, p. 161- 176, 1977.
- BUENO, M. S., FERRARI JUNIOR, E., LEINZ, F. F. Silagens de milho e girassol com diferentes proporções da ração concentrada na dieta de ovinos. In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 38, 2001, Piracicaba. Anais... Piracicaba: SBZ, 2001. p. 1296-1297.
- CASTRO, A. L. A. de. **Resíduo de lixadeira do algodão: produção de cogumelo, ensilagem e alterações na composição bromatológica e degradabilidade**. 2003. 56 p. Dissertação (Mestrado em Nutrição de Ruminantes). Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- CHURCH, D. C. **Livestock feeds & feeding**. 3. ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1991.
- CONDÉ, A. dos R. **Efeito da adição de fubá sobre a qualidade da silagem de capim-elefante, cortado com diferentes idades**. 1970. 28 p. Dissertação (Mestrado) -Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- CORRÊA, L. A.; POTT, E. B. Silagem de capim. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 2., 2001, Lavras. **Anais. . .** Lavras: UFLA, 2001. p. 255-271.
- DIAS, C. A. de C. **Cultura da Batata**. Campinas: Coodenadoria de Assistência Técnica Integral, 1986. 44 p. (Documento Técnico, 65).
- DIZ, D. A. **Breeding procedures and seed production management in pearl millet x elephant grass hexaploid hybrids**. 1994. 118 p. Tese (Doutorado) – University of Florida, 1994. 118 p.
- FERKO, B. L.; POORE, M. H.; SCHULTHEIS, J. R.; ROGERS, G. M. Feeding potato and sweetpotato byproducts to beef cattle. **Veterinary Medicine**, Raleigh. v. 93, n. 1, p. 82-91, 1998.
- FERRARI JÚNIOR, E.; LAVEZZO, W. Qualidade da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) emurchedido ou acrescido de farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 5, p. 1424-1431, set./out. 2001.
- FERREIRA, J. J. **Efeito do estágio de desenvolvimento do pré-murchamento e da adição de raspa de mandioca sobre o valor nutritivo da silagem do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* SCHUM)**. 1973. 42 p. Dissertação (Mestrado) -Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

- FILGUEIRA, F. A. R. Solanáceas: **Agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló**. Lavras: UFLA, 2003. 333p.: il.
- GUILBOLT, A.; MERCIER, C. Starch. In: BRANCO, A. F. **Digestão de amido no intestino Delgado e grosso em bovinos e os efeitos da disponibilidade abomasal de diferentes carboidratos sobre o fluxo portal-hepático de nutrientes em ovinos**. 1998. 131 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal.
- HUNTINGTON, J. A.; GIVENS, D. I. The in situ technique for standing the ruminal degradation of feeds: A review of the procedure. **Nutrition Abstracts and Reviews**, Wallington, v. 65, n. 2, p. 63-90, Feb. 1995. (Série B).
- LAVEZZO, W. **Efeito de diferentes métodos de tratamento, sobre a composição química e valor nutritivo das silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* SCHUM)**. 1981. 304 p. Tese (Docência Livre em Produção Animal) – Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu.
- LAVEZZO, W. Ensilagem do capim elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DO CAPIM ELEFANTE, 10., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ/ESALQ, 1994. p. 169-275.
- LIMA, J. A. de. **Qualidade e valor nutritivo da silagem mista de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* SCHUM) e soja (*Glicine Max* (L) Merrill), com e sem adição de farelo de trigo**. 1992. 69 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras (UFLA), Lavras.
- LOURES, D. R. S. **Características do efluente e composição químico-bromatológica da silagem sob níveis de compactação e de umidade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), cv. Cameroon**. 2000. 65 p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- MARTINS, C. E.; FONSECA, D. M. da. Manejo de solo e adubação de pastagem de capim-elefante. In: \_\_\_\_\_. **Biologia e manejo do capim elefante**. Juiz de Fora: EMBRAPA/CNPGL, 1999. p. 83-118.
- MARTINS, A. de S.; ZEOULA, L. M.; PRADO, I. N. do; MARTINS, E. N.; LOYOLA, V. R. Degradabilidade ruminal in situ da matéria seca e proteína bruta das silagens de milho e sorgo e de alguns alimentos concentrados. **Revista Brasileira de zootecnia**, v. 28, n. 5, p. 1109-1117, 1999.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage**. New York: Chalcombe, 1991. 339 p.

- MORON, I. R. **Cinética da digestão ruminal in situ e in vitro de alimentos concentrados e volumosos em ruminantes de diferentes grupos genéticos.** Lavras: UFLA, 1999. 191 p.
- MUCK, R. Conserved forage (silage and hay) – progress and priorities. In: INTERNATIONAL GRASSLAND, 19., 2001, São Pedro. **Anais...** São Pedro: [s. n.], 2001. 1 CD-ROM.
- NASCIMENTO JÚNIOR, D. **Informações sobre algumas plantas forrageiras do Brasil.** Viçosa, MG: UFV, 1975. 73 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle.** Washington, DC: National Academy, 2001. 381 p.
- NOCEK, J. E. Evaluation of specific variables affecting *in situ* estimates of ruminal dry matter and protein digestion. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, n. 5, p. 1347-1358, May 1985.
- 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.
- OCUMPAUGH, W. R.; SOLLENBERGER, L. E. Other grasses for the humid south. In: BARNES, R. F.; MILLER, D. A.; NELSON, C. J. **Forages**. 5. ed. Iowa: Iowa State University , 1995. v. 1, p. 441-450.
- ONWUBUEMELI, C.; HUBER, J. T.; KING, K. J.; JOHNSON, C. O. L. E. Nutritive value of potato processing wastes in total mixed rations for dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 68, n. 5, p. 1207-1214, May 1985.
- ØRSKOV, E. R.; Mc DONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**., Cambridge, v. 92, p. 499-503, 1979.
- PEREIRA, A. V. Germoplasma e diversidade genética do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* SHUM). In: \_\_\_\_\_. **Biologia e manejo do capim-elefante**. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1999. p. 1-15.
- PERES, J. R. **Avaliação da polpa de citros seca e peletizada como aditivo na ensilagem do capim elefante.** (*Pennisetum purpureum*, SCHUM). 1997, 82 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

- PORCIONATO, M. A. de F.; BERCHIELLI, T. T.; FRANCO, G. L.; ANDRADE, P. de; SILVEIRA, R. N. da; SOARES, W. V. B. Digestibilidade, degradabilidade e concentração amoniacal no rúmen de bovinos alimentados com polpa cítrica peletizada normal ou queimada. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 33, n.1, p.258-266, jan./fev. 2004.
- RESENDE, F. D.; QUEIROZ, A. C. de; FONTES, C. A. de A.; PEREIRA, J. C.; RODRIGUES, L. R. R.; JORGE, A. M.; BARROS, J. M. S. Rações com diferentes níveis de fibra em detergente neutro na alimentação de bovídeos em confinamento. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia.**, v. 23, n. 3, p. 366-376, maio/jun. 1994.
- RIBEIRO FILHO, E. **Degradabilidade “in situ” da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) da casaca de café (Coffea arábica, L.) e desempenho de novilhos mestiços em fase de recria.** Lavras: UFLA, 1998. 56 p.
- RODRIGUES FILHO, J. A.; CAMARÃO, A. P.; LOURENÇO JÚNIOR, J. de B. **Avaliação de subprodutos agroindustriais para a alimentação de ruminantes.** Belém: EMBRAPA/CPATU, 1993. 15 p. ( EMBRAPA/CPATU. Documentos, 71).
- ROTZ, C. A.; MUCK, R. E. **Changes in forage quality during harvest and storage.** In: \_\_\_\_\_. Forage quality, evaluation and utilization. Madison: ASA/CSSA/SSSA, 1994. p. 828-868.
- RUIZ, R. L. **Microbiologia Zootécnica.** São Paulo: Roca, 1992. 314 p.
- RUIZ, M. E.; RUIZ, A. **Nutricion de ruminantes: guia metodologica de investigacion.** San Jose: IICA/RISPAL, 1990. 344 p.
- SANTOS, C. D. dos; ABREU, C. M. P. de; CORRÊA, A. D.; PAIVA, L. V. **Bioquímica.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1999. 245 p. Curso de Pós-graduação Lato-sensu (Especialização).
- SANTOS, R. A. dos. **Comparação das técnicas “in situ” e produção de gás na avaliação de alimentos para ruminantes.** Universidade Federal de Lavras (tese de doutorado), 2001. 100p.
- SAS INSTITUTE INC. **SAS User’s guide: statistics.** 5. ed. Cary: NC, 1991.
- SCHNEIDER, P. L.; STOKES, M. R.; BULL, L. S.; WALKER, C. K. Evaluation of potato meal as a feedstuff for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 68, n. 7, p. 1738-1743, July 1985.

- SILVA, D. J. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004. 235 p.
- SOMOGY, M.; NELSON, N. A. **Técnica de extração do amido**. [S. l.: s. n.], 1944. Apêndice B.
- TEIXEIRA, J. C.; TEIXEIRA, L. de F. A. C. **Princípios de nutrição de bovinos leiteiros**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 245 p.
- UDEN, P.; VAN SOEST, P. J. Investigations of the in situ bag technique and a comparison of the fermentation in heifers, sheep, ponies and rabbits. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 58, n. 1, p. 213-221, Jan. 1984.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca, N.Y: Cornell University, 1994.
- VILELA, E. A.; RAMALHO, M. A. P. Análise da temperatura e precipitação pluviométrica de Lavras, Minas Gerais. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 4, n. 1, p. 46-55, jan. /jun. 1980.
- VILELA, D.; WILKINSON, J. M. Efeito do emurchecimento e da adição de uréia sobre a fermentação e digestibilidade “in vitro” de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, SCHUM) ensilado. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 16, n. 6, p. 550-562, nov./dez. 1987.
- WIERINGA, G. W. The effect of wilting on butyric acid fermentation in silage. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Amsterdam, v. 6, n. 3, p. 204 - 210, 1958.
- WILKERSON, V. A; KLOPFENSTEIN, T. J.; STROUP, W. W. A collaborative study of in situ forage protein degradation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n.2, p. 583-588, Feb. 1995.
- WOOLFORD, M. K. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker, 1984. 350 p.
- ZEOULA, L. M.; MARTINS, A. de S.; PRADO, I. N. do.; ALCALDE, C. R.; BRANCO, A. F.; SANTOS, G. T. dos. Solubilidade e degradabilidade ruminal do amido de diferentes alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 5, p. 898-905, set./out. 1999.

## ANEXOS

| ANEXO A   | Página |
|---|--------|
| <b>TABELA 1A.</b> Resumo das análises de variância dos valores de MS e PB na MS das silagens, de capim napier adicionadas de FBD.....   | 50     |
| <b>TABELA 2A.</b> Resumo das análises de variância dos valores de nitrogênio amoniacal N-NH <sub>3</sub> (% do N-total) e pH das silagens de capim napier adicionadas de FBD.....   | 50     |
| <b>TABELA 3A.</b> Resumo das análises de variância dos valores de FDN e FDA na MS das silagens de capim napier adicionadas de FBD.....  | 50     |
| <b>TABELA 4A.</b> Valores médios dos coeficientes a (fração solúvel), b (fração insolúvel potencialmente degradável), c (taxa de degradação da fração b), degradabilidade efetiva da matéria seca (MS) do farelo de batata diversa (FBD) e coeficiente de determinação (R <sup>2</sup> ), considerando taxa de passagem (k = 0,02 e 0,08).....                | 51     |
| <b>TABELA 5A.</b> Valores médios dos coeficientes a (fração solúvel), b (fração insolúvel potencialmente degradável), c (taxa de degradação da fração b), degradabilidade efetiva da fibra em detergente neutro (FDN) do farelo de batata diversa (FBD) e coeficiente de determinação (R <sup>2</sup> ), considerando taxa de passagem (k = 0,02 e 0,08)..... | 51     |
| <b>TABELA 6A.</b> Valores médios dos coeficientes a (fração solúvel), b (fração insolúvel potencialmente degradável), c (taxa de degradação da fração b), degradabilidade efetiva da proteína bruta (PB) do farelo de batata diversa (FBD) e coeficiente de determinação (R <sup>2</sup> ), considerando taxa de passagem (k = 0,02 e 0,08).....              | 51     |
| <b>TABELA 7A.</b> Valores médios dos coeficientes a (fração solúvel), b (fração insolúvel potencialmente degradável), c (taxa de degradação da fração b), degradabilidade efetiva do amido do farelo de batata diversa (FBD) e coeficiente de determinação (R <sup>2</sup> ), considerando taxa de passagem (k = 0,02 e 0,08).....                            | 52     |

**TABELA 1A.** Resumo das análises de variância dos valores de MS e PB na MS das silagens de capim Napier adicionadas de FBD

| FV            | GL        | QM          |             |
|---------------|-----------|-------------|-------------|
|               |           | MS          | PB          |
| Tratamentos   | 4         | 50,495142** | 2,488213**  |
| Erro          | 15        | 0,363662    | 0,291382    |
| <b>Total</b>  | <b>19</b> |             |             |
| <b>CV (%)</b> |           | <b>1,56</b> | <b>7,48</b> |

\*\* (P < 0,01)

**TABELA 2A.** Resumo das análises de variância dos valores de nitrogênio amoniacal N-NH<sub>3</sub> (% do N-total) e pH das silagens de capim napier adicionadas de FBD

| FV            | GL        | QM                |             |
|---------------|-----------|-------------------|-------------|
|               |           | N-NH <sub>3</sub> | pH          |
| Tratamentos   | 4         | 6,717905**        | 0,059567**  |
| Erro          | 15        | 0,087392          | 0,000250    |
| <b>Total</b>  | <b>19</b> |                   |             |
| <b>CV (%)</b> |           | <b>6,67</b>       | <b>0,41</b> |

\*\* (P < 0,01)

**TABELA 3A.** Resumo das análises de variância dos valores de FDN e FDA na MS das silagens de capim napier adicionadas de FBD

| FV            | GL        | QM           |              |
|---------------|-----------|--------------|--------------|
|               |           | FDN          | FDA          |
| Tratamentos   | 4         | 293,510192** | 112,887393** |
| Erro          | 15        | 0,671208     | 0,581782     |
| <b>Total</b>  | <b>19</b> |              |              |
| <b>CV (%)</b> |           | <b>1,28</b>  | <b>2,02</b>  |

\*\* (P < 0,01)

**TABELA 4A.** Valores médios dos coeficientes a (fração solúvel), b (fração insolúvel potencialmente degradável), c (taxa de degradação da fração b), degradabilidade efetiva da matéria seca (MS) do farelo de batata diversa (FBD) e coeficiente de determinação ( $R^2$ ), considerando taxa de passagem ( $k = 0,02$  e  $0,08$ ).

| Tratamento | Coeficientes |       |         | Degradabilidade efetiva (%) |            | $R^2$  |
|------------|--------------|-------|---------|-----------------------------|------------|--------|
|            | a (%)        | b (%) | c (%/h) | $k = 0,02$                  | $k = 0,08$ |        |
| FBD        | 50,10        | 48,02 | 11,66   | 91,09                       | 78,58      | 0,9648 |

**TABELA 5A.** Valores médios dos coeficientes a (fração solúvel), b (fração insolúvel potencialmente degradável), c (taxa de degradação da fração b), degradabilidade efetiva da fibra em detergente neutro (FDN) do farelo de batata diversa (FBD) e coeficiente de determinação ( $R^2$ ), considerando taxa de passagem ( $k = 0,02$  e  $0,08$ ).

| Tratamento | Coeficientes |       |         | Degradabilidade efetiva (%) |            | $R^2$  |
|------------|--------------|-------|---------|-----------------------------|------------|--------|
|            | a (%)        | b (%) | c (%/h) | $k = 0,02$                  | $k = 0,08$ |        |
| FBD        | 15,53        | 67,60 | 6,56    | 67,34                       | 45,99      | 0,9706 |

**TABELA 6A.** Valores médios dos coeficientes a (fração solúvel), b (fração insolúvel potencialmente degradável), c (taxa de degradação da fração b), degradabilidade efetiva da proteína bruta (PB) do farelo de batata diversa (FBD) e coeficiente de determinação ( $R^2$ ), considerando taxa de passagem ( $k = 0,02$  e  $0,08$ ).

| Tratamento | Coeficientes |       |         | Degradabilidade efetiva (%) |            | $R^2$  |
|------------|--------------|-------|---------|-----------------------------|------------|--------|
|            | a (%)        | b (%) | c (%/h) | $k = 0,02$                  | $k = 0,08$ |        |
| FBD        | 73,56        | 23,58 | 9,08    | 92,88                       | 86,09      | 0,9795 |



**TABELA 7A.** Valores médios dos coeficientes a (fração solúvel), b (fração insolúvel potencialmente degradável), c (taxa de degradação da fração b), degradabilidade efetiva do amido do farelo de batata diversa (FBD) e coeficiente de determinação ( $R^2$ ), considerando taxa de passagem ( $k = 0,02$  e  $0,08$ ).

| Tratamento | Coeficientes |       |         | Degradabilidade efetiva (%) |            | $R^2$  |
|------------|--------------|-------|---------|-----------------------------|------------|--------|
|            | a (%)        | b (%) | c (%/h) | $k = 0,02$                  | $k = 0,08$ |        |
| FBD        | 60,21        | 39,77 | 13,68   | 94,91                       | 85,31      | 0,9508 |