

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**ANÍBAL COUTINHO DO RÊGO**

**DEGRADABILIDADE DE SILAGENS DE CAPIM-ELEFANTE CONTENDO  
CINCO NÍVEIS DOS SUBPRODUTOS DO CAJU, DA MANGA E DO URUCUM**

**FORTALEZA  
2006**

**ANÍBAL COUTINHO DO RÊGO**

**DEGRADABILIDADE DE SILAGENS DE CAPIM-ELEFANTE CONTENDO  
CINCO NÍVEIS DOS SUBPRODUTOS DO CAJU, DA MANGA E DO URUCUM**

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como parte das exigências da Disciplina Atividade Supervisionada.

**Orientador:** Magno José Duarte  
Cândido

**FORTALEZA  
2006**

Ficha catalográfica elaborada pelo Bibliotecário Hamilton Rodrigues Tabosa CRB-3/888

R267d Rêgo, Aníbal Coutinho do

Degradabilidade de silagens de capim-elefante contendo cinco níveis dos subprodutos do caju, da manga e do urucum [manuscrito] / Aníbal Coutinho do Rêgo

52 f., il. color., enc.

Monografia (graduação) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006

Orientador: Dr. Magno José Duarte Cândido

Área de concentração: Forragicultura e Pastagem

1. *Anacardium occidentale* L. 2. *Bixa orellana* L. 3. Ovinos 4. *Pennisetum purpureum* Schum. 5. *Mangifera indica* L.- Silagem I. Cândido, Magno José Duarte II. Universidade Federal do Ceará – Curso de Agronomia III. Título

CDD 631

**ANÍBAL COUTINHO DO RÊGO**

**DEGRADABILIDADE DE SILAGENS DE CAPIM-ELEFANTE CONTENDO  
CINCO NÍVEIS DOS SUBPRODUTOS DO CAJU, DA MANGA E DO URUCUM**

Monografia apresentada ao Curso de  
Agronomia do Centro de Ciências  
Agrárias da Universidade Federal do  
Ceará, como parte das exigências da  
Disciplina Atividade Supervisionada.

APROVADA em 22 /12 / 2006

BANCA EXAMINADORA

---

Orientador

Dr. Magno José Duarte Cândido  
Professor da Universidade Federal do Ceará

---

Conselheira

Dr<sup>a</sup>. Elzânia Sales Pereira  
Professora da Universidade Federal do Ceará

---

Conselheira

Dr<sup>a</sup>. Maria Andréa Borges Cavalcante  
Analista de Defesa Agropecuária da ADAGRI

Aos meus pais José Tarcisio do Rêgo e Ludmila Ribeiro do Rêgo, a minha irmã Rafaela e aos meus irmãos Eduardo e Gustavo pelo apoio, compreensão em todos os momentos difíceis e ao amor a mim dedicado.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Á Deus que me dá força nos momentos mais difíceis.

A Universidade Federal do Ceará pela oportunidade de realização desse Curso.

Ao PET (Programa de Educação Tutorial), pela formação moral e intelectual, e pela bolsa concedida no decorrer da graduação.

Ao Núcleo de Pesquisa em Forragicultura, pela infra-estrutura utilizada na condução do experimento.

Ao Prof. Dr. Magno José Duarte Cândido, pela amizade, incentivo, orientação e pela grande persistência durante esta jornada.

Ao Prof. Dr. Ervino Bleicher pelos ensinamentos, conselhos, orientações, amizade e confiança que tanto contribuíram para minha formação.

Ao Prof. José Neuman Miranda Neiva pela oportunidade e incentivo.

A professora Elzânia Sales e a Dr. Andréa Borges Cavalcante pelas valiosas sugestões.

Ao Prof. Valmir Feitosa da UFC pela ajuda nas análises estatísticas.

A Dr<sup>a</sup>. Margareth Maria Teles pela amizade, oportunidade e confiança.

Aos mestres Adunias, Breno, Carmen, Ivaldo, Luiz Antônio, Maria Ângela, Moreira, Pitombeira, Renato Inecco, Sebastião Cavalcante, pela dedicação e participação direta em minha formação acadêmica.

Aos meus amigos e companheiros de luta Alex Queiroz Cysne e José Victor Torres Alves Costa (Comissão de Seleção), pelos bons momentos de descontração, amizade, e pelos momentos de aprendizado.

Aos meus colegas de curso Ana Paula, Beatriz, Emanoella, Jean, Jonas, Juliana, Luiz Barreto, Marcus Roberto, Rafael, Robson, Santiago, Verônica, Wellington pelos bons momentos compartilhados durante a graduação.

Aos amigos do Núcleo de Ensino e Estudo em Forragicultura da UFC.

Aos meus tios Cláudio, Célio e as minhas tias Branca, Elane, Hilda, Maria José, pelo apoio, amizade e estímulos recebidos.

E a todos aqueles que contribuíram de alguma forma para concretização desse sonho.

## RESUMO

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a degradação *in situ* da matéria seca, da proteína bruta e da fibra em detergente neutro de silagens de capim-elefante contendo cinco níveis (0,0; 4,0; 8,0; 12,0 e 16,0%, com base na matéria natural da massa ensilada) de adição do pedúnculo do caju desidratado (PCD), do subproduto da manga (SM) e do subproduto do grão do urucum (SGU). O delineamento utilizado foi em parcelas subdivididas, sendo os níveis de adição às parcelas e os tempos de incubação as subparcelas, com 4 repetições (silos). Para a confecção das silagens, foi utilizado capim-elefante cortado aos 70 dias e misturado aos subprodutos, em 20 tambores. Desses silos, foram colhidas amostras, que foram pré-secas, moídas em moinho, com peneira de malha de 5 mm, sendo usados 3 g de amostra em cada saco de náilon, de porosidade 50 µm, para incubação no rúmen por 0, 6, 48 e 96 horas em 2 ovinos sem padrão racial definido (SPRD), machos e castrados. Após a incubação, os sacos foram retirados, lavados em água corrente, colocados em estufa a 60°C por 72 horas. Posteriormente, os sacos foram pesados e do resíduo foram feitas às análises químico-bromatológicas. A adição do PCD, do SM e do SGU à ensilagem de capim-elefante, aumentou a degradabilidade das silagens, podendo ser recomendado níveis a partir de 8,0; 12,0 e 12,0% destes subprodutos, respectivamente. A disponibilidade dos subprodutos utilizados também deve ser considerada para a escolha do nível de adição de cada subproduto.

Palavras-chave: *Anacardium occidentale* L. *Bixa orellana* L. *Mangifera indica* L. Ovinos. *Pennisetum purpureum* Schum.

## ABSTRACT

To evaluate the dry matter, crude protein and neutral detergent fiber *in situ* degradation of elephant grass silages with five levels (0.0; 4.0; 8.0; 12.0 and 16.0%, on a fresh matter basis of the ensiling mass) of dehydrated cashew stalk (DCS), mango by-product (MB) and the annatto grain by-product (AGBP) this research was carried out. The design was a split-plot one, consisting the addition levels the plots and the incubation times the sub-plots, with 4 replicates (silos). For the silages making, the elephant grass was cut 70 days-old and mixed to the by-products, in 20 plastic drums (silos). From these silos, samples were taken to dry, grid in a bolter of 5.0 mm mesh, being used 3.0 g of samples in each bag of nylon, with 50  $\mu$ m of porosity for incubation in the rumen for 0, 6, 48 e 96 hours. 2 ram without defined breed were used. After the incubation, the bags were taken out from the rumen, washed and oven dried at 60°C for 72 hours. After, they were weighed and on the residue the chemical analysis were performed. The addition of the DCS, the MB and the AGBP, to the grass increased the silages degradabilities, so it should be recommended levels up to 8.0; 12.0 and 12.0% of these by-products, respectively. The availability of the by-products used must have into account at the time of defining the most adequate level of each by-product to be used.

Keywords : *Anacardium occidentale* L. *Bixa orellana* L. *Mangifera indica* L. *Pennisetum purpureum* Schum. Sheep.

**LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 - Desaparecimento da matéria seca (%) e cinética de sua degradação ruminal em silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de pedúnculo de caju desidratado (PCD) .....	27
TABELA 2 - Desaparecimento da proteína bruta (%) e cinética de sua degradação ruminal em silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de pedúnculo de caju desidratado (PCD) .....	30
TABELA 3 - Desaparecimento da fibra em detergente neutro (%) e cinética de sua degradação ruminal em silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de pedúnculo de caju desidratado (PCD).....	32
TABELA 4 - Desaparecimento da matéria seca (%) e cinética de sua degradação ruminal em silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de subproduto da manga (SM).....	35
TABELA 5 - Desaparecimento da proteína bruta (%) e cinética de sua degradação ruminal em silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de subproduto da manga (SM).....	37
TABELA 6 - Desaparecimento da fibra em detergente neutro (%) e cinética de sua degradação ruminal em silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de subproduto da manga (SM).....	39
TABELA 7 - Desaparecimento da matéria seca (%) e cinética de sua degradação ruminal em silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de subproduto do grão do urucum (SGU) .....	42
TABELA 8 - Desaparecimento da proteína bruta (%) e cinética de sua degradação ruminal em silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de subproduto do grão do urucum (SGU) .....	44
TABELA 9 - Desaparecimento da fibra em detergente neutro (%) e cinética de sua degradação ruminal em silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de subproduto do grão do urucum (SGU).....	46

**LISTA DE FIGURAS**

FIGURA 1 – Degradabilidade estimada para a matéria seca das silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de pedúnculo de caju desidratado (PCD) .....	28
FIGURA 2 – Degradabilidade estimada para a proteína bruta das silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de pedúnculo de caju desidratado (PCD) .....	30
FIGURA 3 – Degradabilidade estimada para a fibra em detergente neutro das silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de pedúnculo de caju desidratado (PCD).....	32
FIGURA 4 – Degradabilidade estimada para a matéria seca das silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de subproduto da manga (SM) .....	36
FIGURA 5 – Degradabilidade estimada para a proteína bruta das silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de subproduto da manga (SM) .....	38
FIGURA 6 – Degradabilidade estimada da fibra em detergente neutro das silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de subproduto da manga (SM) ...	40
FIGURA 7 – Degradabilidade estimada para a matéria seca das silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de subproduto do grão do urucum (SGU) .....	42
FIGURA 8 – Degradabilidade estimada para a proteína bruta das silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de subproduto do grão do urucum (SGU) .....	44
FIGURA 9 – Degradabilidade estimada para a fibra em detergente neutro das silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de subproduto do grão do urucum (SGU).....	46

**LISTA DE ABREVIATURAS**

A	degradabilidade potencial
a	fração solúvel
B	fração sem valor biológico
c	taxa fracional constante de degradação do alimento
DE	degradabilidade efetiva
EE	extrato etéreo
FDA	fibra em detergente ácido
FDN	fibra em detergente neutro
k	taxa fracional de passagem
MS	matéria seca
NIDA	nitrogênio insolúvel em detergente ácido
NIDN	nitrogênio insolúvel em detergente neutro
PB	proteína bruta
PCD	pedúnculo do caju desidratado
pH	potencial hidrogeniônico
PNDR	proteína não degradável no rúmen
R <sup>2</sup>	coeficiente de determinação da equação
SGU	subproduto do grão do urucum
SM	subproduto da manga
SPRD	sem padrão racial definido
t	tempo de incubação no rúmen

## SUMÁRIO

RESUMO .....	6
ABSTRACT .....	7
LISTA DE TABELAS .....	8
LISTA DE FIGURAS .....	9
LISTA DE ABREVIATURAS .....	10
1 INTRODUÇÃO .....	13
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	15
2.1 CAPIM-ELEFANTE ( <i>PENNISETUM PURPUREUM</i> SCHUM.) .....	15
2.2 SILAGEM .....	16
2.3 UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS COMO ADITIVOS À ENSILAGEM DO CAPIM-ELEFANTE .....	17
2.3.1 Caju ( <i>Anacardium occidentale</i> L.) .....	18
2.3.2 Manga ( <i>Mangífera indica</i> L.) .....	19
2.3.3 Urucum ( <i>Bixa orellana</i> L.) .....	20
2.4 AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE ALIMENTOS PELA TÉCNICA DA INCUBAÇÃO <i>IN SITU</i> ..	21
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	27
4.1 SILAGENS CONTENDO PEDÚNCULO DE CAJU DESIDRATADO .....	27
4.1.1 Matéria seca .....	27
4.1.2 Proteína bruta .....	29
4.1.3 Fibra em detergente neutro .....	31
4.2 SILAGENS CONTENDO SUBPRODUTO DA MANGA .....	35
4.2.1 Matéria seca .....	35
4.2.2 Proteína Bruta .....	37
4.2.3 Fibra em detergente neutro .....	39
4.3 SILAGENS CONTENDO SUBPRODUTO DO GRÃO DO URUCUM .....	41
4.3.1 Matéria seca .....	41
4.3.2 Proteína bruta .....	43
4.3.3 Fibra em detergente neutro .....	45

	12
5 CONCLUSÃO .....	48
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	49

## 1 INTRODUÇÃO

A estacionalidade da produção de forragem no Nordeste Brasileiro tem sido um dos fatores limitantes na produção de ruminantes. Isso se deve aos baixos índices pluviométricos e à irregularidade na distribuição de chuvas.

A baixa qualidade e quantidade de forragem na época seca demandam o uso de práticas de conservação de alimentos produzidos no período chuvoso. Dentre as práticas de conservação existentes, a ensilagem é uma boa opção para o aproveitamento do excesso de forragem.

Uma das forrageiras para a ensilagem é o capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.), sendo esse bastante difundido no Nordeste, por apresentar fácil implantação, possuir elevada produção de forragem e ser bem adaptado à região. No entanto, o excesso de umidade na época em que a planta possui melhor valor nutritivo, limita a obtenção de silagem de boa qualidade.

Plantas com baixos teores de matéria seca são propensas a fermentações secundárias, ocasionando elevadas perdas de nutrientes e a formação de produtos que depreciam o valor nutritivo da silagem. Uma das formas para a redução do teor de umidade é a inclusão de aditivos com teores elevados de matéria seca.

Nos últimos anos é visível o crescimento da fruticultura irrigada e do cultivo do urucuzeiro na região Nordeste. Com isso o número de agroindústrias instaladas por toda a região tem aumentado significativamente, gerando a partir do processamento desses alimentos resíduos agroindustriais não utilizáveis na alimentação humana. Esses resíduos podem ser aproveitados na dieta animal, tornando-se um importante fator de redução de custos.

A produção brasileira de frutas é de 39 milhões de toneladas, cujo valor bruto situa-se entre US\$ 5,4 e 5,8 bilhões, sendo prioritariamente destinada a suprir o mercado interno. Deste total, apenas 2,3% da colheita são exportados, o que corresponde a 827.708 t de frutas. Dentre as principais frutas cultivadas destacam-se abacaxi, abacate, banana, caju, coco, laranja, mamão, manga, maracujá, uva, acerola e goiaba (ROSA *et al.*, 2006).

Segundo Pimentel (1995), no Brasil o comércio de Urucum está estimado aproximadamente em 9000 t/ano onde, do total de grãos, 14,4% são exportadas na forma *in natura*, 28,6% são industrializadas para a produção de corantes e, aproximadamente 57% dos grãos produzidos são comercializados na forma de grãos moídos integralmente, produto conhecido como colorau.

Esse quadro mostra a grande quantidade de resíduos que podem ser produzidos pelos complexos agroindustriais. Desse modo, o desenvolvimento de alternativas para o aproveitamento dos subprodutos da agroindústria na alimentação animal é de fundamental importância, já que esses são produzidos e disponíveis tanto em época de oferta como em época de escassez de forragem.

As revisões e proposições das tabelas internacionais, preconizam que deveriam ser consideradas separadas as exigências em N da microbiota ruminal e do animal hospedeiro. Assim o conhecimento da degradação ruminal dos nutrientes dietéticos torna-se importante, pois determina o suprimento de energia e proteína para os microrganismos, bem como a quantidade de N dietético que é diretamente utilizada pelo hospedeiro.

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a degradação *in situ* da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e da fibra em detergente neutro (FDN), de silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de adição dos subprodutos do caju, manga e urucum.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.)

Com origem na África o capim-elefante é, sem dúvida, uma das gramíneas mais importante e difundida em todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo. Foi introduzida no Brasil por volta de 1920, através de mudas provenientes de Cuba. Sua rápida disseminação ocorreu em função do seu elevado potencial de produção de matéria seca e por sua fácil adaptação a diversos sistemas e formas de exploração (CARVALHO, 1985), sendo dentre os capins cultivados, o mais utilizado como reserva forrageira para a época seca.

É uma das forrageiras mais indicadas para a formação de capineiras, para corte e fornecimento de forragem verde picada ao cocho, pois, além de uma elevada produtividade, apresenta as vantagens de propiciar maior aproveitamento da forragem produzida e uma redução de perdas no campo. Seu excedente pode ser aproveitado para a confecção de silagem e feno.

Seu elevado potencial de produção é comprovado em trabalhos realizados por Lavezzo *et al.* (1983), que obtiveram produções de massa fresca de forragem total de 70,3 e 83,2 t/ha para as cultivares Mineiro e Vruckwona, cortadas aos 60 dias de rebrotação. Para as mesmas cultivares cortadas após 75 dias de rebrotação, foram observadas produções de massa fresca de forragem total de 77,2 e 97,2 t/ha, respectivamente (LAVEZZO *et al.*, 1990).

O rendimento forrageiro e o valor nutritivo da forragem produzida são distintamente afetados pela idade de corte. Com a maturação da forragem, ocorre aumento no conteúdo da parede celular e conseqüentemente uma diminuição na digestibilidade dos principais nutrientes do alimento. Por isso, visando conciliar quantidade e qualidade da forragem, o corte do capim-elefante deve ser feito quando a planta apresentar altura média entre 1,50 a 1,80 m ou 8 – 10 entre-nós com pelo menos 2,5 cm de comprimento (GOMIDE, 1994).

Queiroz Filho *et al.* (2000), estudando a produção de matéria seca e a qualidade do capim-elefante cultivar ‘Roxo’ em diferentes idades de cortes, obtiveram a melhor faixa de idade de corte de 60 a 80 dias de idade. Vilela D., (1994), concluiu que a idade de corte adequada visando à ensilagem, seria quando o capim-elefante estivesse com aproximadamente, 70 dias de crescimento.

Contudo, esta gramínea, na idade em que possui elevado valor nutritivo, apresenta também elevada umidade e reduzidos teores de carboidratos solúveis associados a elevado poder tampão (LAVEZZO, 1992), características essas limitantes à produção de uma silagem de boa qualidade.

## 2.2 Silagem

Define-se silagem como sendo produto resultante da fermentação da planta forrageira na ausência de ar, finamente picada e armazenada rapidamente em estrutura de armazenamento denominada silo (VILELA, 1985). Essa é uma das práticas de conservação de plantas forrageiras mais utilizadas.

A eficiência do processo fermentativo depende principalmente da espécie forrageira a ser ensilada e do seu teor de matéria seca. As características químicas das plantas, como o teor de carboidratos solúveis, afetam a sua conservação no armazenamento. A qualidade dos carboidratos disponíveis para a fermentação é considerada de fundamental importância para o processo fermentativo (VILELA, 1985).

Para que o processo fermentativo ocorra de forma satisfatória, o teor de matéria seca da forragem deve estar entre 30,0 e 35,0% (McDONALD, 1981). Níveis de matéria seca inferiores a 30,0% permitem a proliferação de bactérias do gênero *Clostridium*, os quais são responsáveis por fermentações indesejáveis e, conseqüentemente, por perdas observadas nas silagens. Por outro lado, forragens ensiladas com teores de matéria seca superiores a 35% dificultam a compactação, pois provocam maiores acúmulo de oxigênio na massa ensilada e, conseqüentemente, maiores perdas.

Segundo McDonald (1981), altos teores de umidade, baixos teores de carboidratos solúveis e o elevado poder tampão influenciam negativamente no processo fermentativo, impedindo que haja um rápido decréscimo do pH e propiciando a ocorrência de fermentações secundárias, que depreciam a qualidade da silagem. Ainda segundo esse autor, valores de pH entre 3,8 e 4,2 é indicativo de silagem de alta qualidade.

Os carboidratos solúveis em água são os principais substratos utilizados pelas bactérias lácticas. O ácido láctico, por sua vez, apresenta alto poder de dissociação de prótons  $H^+$  (MOISIO e HEIKONEN, 1994), o que garante a redução rápida no pH e o alcance da estabilidade anaeróbia. Segundo Kearney e Kennedy (1962), a porcentagem mínima de carboidratos solúveis para se produzir silagens lácticas deve ser,

em média, 15,0% na matéria seca do material ensilado. Catchpole e Henzel (1971), concluíram que são necessários de 13,0 a 16,0%.

Como alternativa a ser utilizada para a minimização das limitações apresentadas pelo capim-elefante para a produção de silagem de alta qualidade, a adição de subprodutos com elevado teor de matéria seca tem se constituído umas das opções mais promissoras e de aplicabilidade mais fácil em nível de produtor.

### **2.3 Utilização de subprodutos como aditivos à ensilagem do capim-elefante**

Os aditivos podem alterar a fermentação da planta no silo e possibilitar a redução de perdas de nutrientes em maior ou menor extensão, particularmente pelo controle da fermentação durante o período de armazenamento. No entanto, para que o aditivo seja considerado de utilidade no processo de ensilagem, é necessário que tenha um custo menor que o valor da silagem inaproveitada sem a sua aplicação, deve proporcionar um tipo de fermentação mais eficiente, produzir silagem de maior valor energético e/ou protéico do que a mesma sem aditivo, deve ser de fácil aplicação e não deixar resíduos (VILELA, 1983).

Anualmente, são produzidas milhões de toneladas de resíduos pelas diferentes atividades agrícolas. Esses resíduos têm sido estudados quanto ao aproveitamento na alimentação animal, com o intuito de reduzir os custos dos sistemas de produção pecuários e de minimizar a poluição do meio ambiente.

Oliveira Filho *et al.* (2002), utilizando o subproduto da produção de sucos de abacaxi adicionado à ensilagem de capim-elefante, observaram que com adição de 5,0; 10,0; 15,0 e 20,0% de subproduto os teores de matéria seca (MS) foram elevados, alcançando valores próximos ao nível mínimo de 30,0% de MS nos níveis de adição 15,0% e 20,0%. Já para os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e da fibra em detergente ácido (FDA) os autores observaram uma diminuição.

Gonçalves *et al.* (2004b), estudando o efeito do nível de adição (5,0; 10,0; 15,0 e 20,0%) do subproduto do processamento da acerola à ensilagem de capim-elefante, observaram elevações nos teores de matéria seca das silagens, chegando com 15,0% de adição ao teor ideal de 30,0% de MS citado como ideal. Os autores observaram ainda que os teores de proteína bruta (PB) elevaram-se linearmente, atingindo o nível máximo de (7,52%) com a adição de 20,0%, porém foi evidenciado elevação no teor de fibra em detergente ácido.

Gonçalves *et al.* (2003), utilizando o pedúnculo do caju desidratado adicionado à ensilagem de capim-elefante, observaram acréscimos nos teores de matéria seca e proteína bruta das silagens, porém ocorreu elevação nos teores de fibra em detergente neutro podendo comprometer a digestibilidade da MS.

Neiva *et al.* (2001) e Ferreira *et al.* (2004) avaliaram o valor nutritivo de silagens contendo cinco níveis de bagaço de caju *in natura*, em ambos os casos os autores observaram que a adição do subproduto de caju à ensilagem de capim-elefante levou a uma diminuição nos valores de pH e nos teores de nitrogênio amoniacal, indicando dessa forma que o processo fermentativo foi melhorado. Ferreira (2002), observou que a adição de bagaço de caju à ensilagem de capim-elefante promoveu aumento nos consumos de matéria seca, de proteína bruta, de fibra em detergente neutro, de fibra em detergente ácido e de carboidratos totais, evidenciados nos tratamentos com 36,0% e 48,0% de adição do subproduto.

Sá (2004), utilizando o subproduto da manga adicionada à ensilagem de capim-elefante observou que a adição (5,0; 10,0; 15,0 e 20,0%) elevou os teores de MS e PB reduzindo os componentes da parede celular e N-NH<sub>3</sub>, proporcionando melhorias no valor nutritivo e nas características das silagens.

Gonçalves (2004a), utilizando o subproduto do grão do urucum adicionado à ensilagem de capim-elefante, observou aumento linear nos teores de matéria seca e proteína bruta chegando a valores máximos de 28,53% e 11,53%, respectivamente. Já para os teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido ocorreu uma diminuição.

### **2.3.1 Caju (*Anacardium occidentale* L.)**

O cajueiro planta originária do Nordeste do Brasil encontra-se disseminado em todo o mundo tropical, sendo cada vez maior o interesse em sua exploração econômica, notadamente nas regiões agrícolas menos desenvolvidas, pelas características de geração de emprego e renda. Apesar do potencial de quase toda a área do território brasileiro para o cultivo desta espécie, 96% da área cultivada encontra-se no Nordeste, principalmente nos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte (RAMOS *et al.*, 1996).

O principal objetivo de sua exploração tem sido a obtenção da castanha, de cujo beneficiamento resulta a amêndoa, que tem alcançado altas cotações no mercado

internacional de nozes comestíveis. Com isso, grande quantidade de pedúnculo não é aproveitada, sendo abandonada no campo.

A cajucultura desempenha papel de destaque na economia nordestina, em razão da castanha ser o principal produto da pauta de exportação do agronegócio no Ceará. No ano de 2005, a produção de castanha de caju no Brasil de 147.629 toneladas ocupou uma área de 690.131 ha (IBGE, 2006). A supervalorização da castanha juntamente com o curto período de prateleira do pedúnculo faz com que grande parte do mesmo não seja aproveitada. Maiores perdas desse material ocorrem no momento do descastanhamento feito para a indústria de beneficiamento da castanha.

Picos de produção do caju concentram-se na época seca do ano, ou seja, época caracterizada pela baixa produção de forragem e elevados preços dos grãos e dos concentrados deles obtidos. Assim, a utilização do pedúnculo do caju desidratado como aditivo na ensilagem, tornaria possível a redução nos custos de produção animal e seria mais uma alternativa alimentar para ruminantes.

Gonçalves *et al.* (2003), analisando a composição químico-bromatológica do pedúnculo do caju desidratado obtiveram teor de matéria seca (MS), de proteína bruta (PB), de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e hemicelulose de 88,43; 13,12; 73,14; 55,43; e 17,71%, respectivamente.

### **2.3.2 Manga (*Mangífera indica* L.)**

Em 2001 a produção mundial de manga foi de 25,1 milhões de toneladas, com uma área colhida de 2,9 milhões de hectares (FAO, 2006). A Ásia com 19,3 milhões de toneladas colhidas, equivalendo 78,36% da produção mundial, lidera a produção com uma grande diferença para o segundo colocado, as Américas (FAO, 2006).

A produção de manga no Brasil no ano de 2004 foi de 949.610 toneladas numa área plantada de 73.239 hectares. A produção nacional de manga está concentrada principalmente nos estados de Bahia, São Paulo e Pernambuco, que respondem por 66,15% das produções nacionais, seguidas por Minas Gerais, Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba.

A região brasileira que possui a maior área plantada, a maior área colhida e a maior produção é a Nordeste, responsável por 57,94% da produção nacional e um rendimento médio de 13,26 toneladas por hectare, seguida pela região Sudeste com 30,13% da produção total e rendimento médio de 12,80 t/ha.

O Vale do São Francisco responde por cerca de 92% das exportações nacionais da fruta. Em 2005, o Brasil embarcou 113,76 milhões de toneladas, proporcionando receita de US\$ 72,53 milhões. Desse montante, 104.657 toneladas saíram do Vale do São Francisco e renderam US\$ 66,72 milhões, segundo dados do Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio de 2006.

Os principais componentes dos frutos da manga são os sólidos solúveis, ácidos orgânicos, proteínas, minerais e vitaminas e certos pigmentos carotenóides amarelos. A manga é uma fonte de caroteno, o qual é precursor da vitamina A (MANICA, 1981).

Sá (2004), analisando a composição químico-bromatológica do subproduto da manga obtiveram teor de MS, PB, FDN, FDA, hemicelulose e extrato etéreo de 90,78; 6,84; 33,68; 23,13; 13,54 e 5,81%, respectivamente.

### **2.3.3 Urucum (*Bixa orellana* L.)**

A agroindústria do urucum tem ocupado espaço importante no mercado nacional e principalmente no internacional, por conta da extração da bixina para utilização de corantes naturais em substituição aos corantes sintéticos, além da tendência ecológica em se obter produtos industrializados isentos de aditivos.

As sementes do urucum são arredondadas, revestidas por uma polpa mole de coloração avermelhada, as quais tornam-se secas, duras e de coloração escura com o amadurecimento. A bixina é o pigmento de maior concentração nas sementes, representando mais de 80% dos carotenóides totais, sendo lipossolúvel e sujeita à extração com alguns solventes orgânicos (BATISTA *et al.*, 1988).

Ricos em proteínas, os grãos do urucum podem ser empregados na alimentação animal, utilizando-se na composição de rações para aves, principalmente para poedeiras. Na avicultura, sua utilização tem como finalidade melhorar a coloração das gemas dos ovos, tornando o produto mais atrativo ao consumidor (FRANCO *et al.*, 2002).

Analisando a composição químico-bromatológica do subproduto do grão do urucum, Gonçalves (2004a), observou teor de MS, PB, FDN, FDA, hemicelulose e extrato etéreo de 85,08; 14,57; 55,91; 23,39; 32,52 e 2,90%, respectivamente.

## 2.4 Avaliação nutricional de alimentos pela técnica da incubação *in situ*

Na avaliação do valor nutritivo de um alimento, como uma silagem, por exemplo, faz-se, inicialmente, a análise proximal, quantificando-se o teor das principais variáveis nutricionais do alimento (SILVA e QUEIROZ, 2002). A fim de se caracterizar melhor o valor nutritivo, pode-se avaliar também o grau de aproveitamento do alimento através de técnicas *in vitro*, *in situ* e *in vivo*.

A técnica da incubação *in situ* por meio de sacos de náilon tem sido amplamente utilizada para determinação da degradabilidade da matéria seca e de vários constituintes da planta. Essa técnica consiste no preenchimento desses sacos com amostras do alimento a ser estudado em quantidade e tamanho de partículas previamente definidos. As amostras são então incubadas no rúmen através de fistulas durante diferentes intervalos de tempos.

Apesar de amplamente difundida, a técnica *in situ* vem sofrendo críticas devido à baixa repetibilidade, sugerida pela diversidade de valores obtidos por diferentes pesquisadores para diferentes amostras de um mesmo alimento, o que sugere uma falta de padronização no uso desta técnica. Outra limitação da técnica segundo Nocek (1988) é que essa não oferece condições de mastigação, ruminação e passagem do alimento.

Muitos fatores podem afetar a degradabilidade dos alimentos, dentre os quais se destacam: tamanho das partículas da amostra, porosidade dos sacos, quantidade de amostra incubada por saco, lavagem dos sacos, entre outros.

O processo de moagem é de fundamental importância, já que esse homogeneiza a amostra e diminui o tamanho da partícula, facilitando assim a degradação microbiana. O ideal seria a utilização de alimentos pré-mastigados pelo animal. Com a dificuldade de se obter tamanho de partículas ideal para os estudos *in situ*, Nocek (1988) mostrou a importância da uniformização do tamanho dentro dos alimentos. Segundo o autor, alimentos concentrados deveriam ser moídos em peneiras de 2,0 mm e as forragens em peneira de malha de 5,0 mm.

Porosidades adequadas permitem a entrada de todas as espécies relevantes de microrganismos para a degradação do alimento no saco e limita a saída de amostra não degradada, permitindo a remoção dos produtos finais da degradação. Nocek (1988), sugere a adoção de porosidade de 40 a 60  $\mu\text{m}$  de diâmetro, sendo esta faixa a que reúne as características desejáveis que favoreça o fluxo de fluido ruminal e evitam a saída de partículas não degradadas.

Um dos fatores que recebe mais atenção é a relação tamanho da amostra:área de superfície do saco de náilon (ORSKOV, 1982), sendo considerado por Mehrez e Orskov (1977) o fator mais importante na variabilidade de desaparecimento do material dos sacos incubados juntos. A quantidade da amostra utilizada deve fornecer resíduo suficiente, ao final do período de incubação, para execução das análises químicas sem, contudo preencher demasiadamente o saco, prejudicando o ataque dos microrganismos e aumentando o tempo de colonização. Segundo Nocek (1988), uma relação entre 10-20mg/cm<sup>3</sup> poderia ser utilizada para forragens e concentrados.

A lavagem dos sacos após incubação ruminal tem, segundo Lindberg (1985), os objetivos de parar a atividade microbiana e de retirar o líquido ruminal do resíduo de alimento, podendo ou não afetar o desaparecimento.

O intervalo de incubação sugerido por Sampaio (1994), deve ser de 6 a 96 horas, além da utilização do tempo de incubação zero para estimar a taxa de degradação, sendo que três ou quatro tempos de incubação, segundo o autor podem estimar a equação de degradabilidade com eficiência. Existe a possibilidade ainda de se trabalhar com mais tempos (THIAGO, 1994), porém, acarretaria grandes números de colheitas, o que, além de aumentar o trabalho experimental, interfere no processo digestivo pelas constantes retiradas de sacos, o que certamente ocasiona elevação do erro experimental e o estresse do animal (SAMPAIO, 1991).

O desaparecimento do material durante os tempos de incubação não significa, necessariamente, que houve degradação completa, microbiana ou química. Parte do material pode deixar o saco por ser suficientemente pequeno para passar através dos poros, por ser solúvel ou por ter sido reduzido pelo processo biológico, mas ainda não tendo sido degradado quimicamente. Desta forma, o que é realmente medido é a porcentagem de desaparecimento do material e não a degradação real em si (SAMPAIO, 1994).

Os alimentos a serem testados *in situ* devem ser adicionados na ração fornecida aos animais (NOCEK, 1988), já que esta afeta a composição da microbiota ruminal. No entanto, para que esta técnica seja utilizada rotineiramente, nem sempre será possível utilizar todos os alimentos na dieta basal. A literatura mostra resultados contraditórios quanto aos efeitos da ração basal nas degradabilidades dos alimentos. Vilela G., (1994), estudando o efeito de quatro rações, sendo dois níveis de concentrado e dois volumosos sobre as degradabilidades potenciais da matéria seca e da proteína bruta de vários alimentos observou que as dietas basais não influenciaram os valores de degradabilidade.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no Núcleo de Ensino e Estudos em Forragicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará – NEEF/DZ/CCA/UFC ([www.npf.ufc.br](http://www.npf.ufc.br)), em Fortaleza. As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFC.

O capim-elefante utilizado para confecção das silagens foi cultivado na Fazenda Experimental Vale do Curú – FEVC/CCA/UFC, no município de Pentecoste, Ceará, localizado nas latitudes 3° 40' a 3° 51'18" sul e longitudes 39°10'19" e 39°18'13" oeste, com clima do tipo BSw h , semi-árido quente, segundo a classificação de Köppen, com precipitação média anual de 806,5 mm, distribuída no período de janeiro a abril. O solo da área experimental é classificado como Neossolo flúvico (solos aluviais) (EMBRAPA, 1999) de textura argilosa.

Foram conduzidos três ensaios utilizando diferentes subprodutos da agroindústria, cada um a sua vez com cinco níveis de adição, à ensilagem do capim-elefante (0,0; 4,0; 8,0; 12,0 e 16,0%, com base na matéria natural da gramínea), num delineamento em parcelas subdivididas, sendo os níveis de adição de subproduto as parcelas e os tempos de incubação as subparcelas. As parcelas constituíram-se de tambores plásticos de 210L, sendo quatro repetições para cada nível de adição do subproduto. O procedimento experimental para os três ensaios foi o mesmo, como se segue.

O pedúnculo do caju, proveniente da Agroindústria Jandaia, localizada em Pacajus-CE, foi desidratado ao sol até atingir teor de matéria seca próximo a 85,0%, posteriormente, o pedúnculo do caju foi triturado em moinho tipo martelo com peneira de 5,0 mm e levado a Fazenda Vale do Curú da UFC para confecção das silagens.

O subproduto do processamento da manga, proveniente da Agroindústria MAISA, localizada no município de Mossoró-RN, foi desidratado ao sol até atingir teor de matéria seca próximo a 85,0%, posteriormente, o subproduto foi triturado em moinho tipo martelo, com peneira de 5 mm e levado a Fazenda Vale do Curú da UFC para confecção das silagens.

O subproduto do grão do urucum, proveniente da Agroindústria Serra Grande, localizada no município de Sobral - CE, possuía teor de matéria seca próximo a 85,0%, posteriormente, foi triturado em moinho tipo martelo, com peneira de 5 mm e levado a Fazenda Vale do Curú da UFC para confecção das silagens.

O capim-elefante utilizado foi cortado aos 70 dias de idade, sendo uma época de corte para a ensilagem com cada um dos subprodutos, processado em máquina picadora e misturado manualmente aos três subprodutos (nos respectivos ensaios).

A adição dos subprodutos foi feita com base na matéria natural da massa ensilada, sendo que em cada silo foram colocados 126 kg de matéria fresca, correspondendo a uma densidade de 600 kg/m<sup>3</sup>.

Após a pesagem e homogeneização do material, a forragem foi compactada no interior dos silos por pisoteio de homens. Completado o enchimento, os silos foram fechados com lonas plásticas, presas com ligas de borracha.

Passados 30 dias da ensilagem, os silos foram abertos e colhidas amostras para realização de análises químico-bromatológicas. As amostras colhidas em cada silo foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificadas e guardadas em congelador a -10°C. Posteriormente, as amostras foram descongeladas, submetidas à pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 60°C por 72 horas, moídas em moinho com peneira de malha de 1 mm para análise químico-bromatológica e 5 mm para a incubação *in situ*. As amostras foram, então, armazenadas em potes de plástico para realização das análises laboratoriais.

Foram utilizados dois ovinos machos, sem padrão racial definido (SPRD), castrados, fistulados no rúmen, com peso vivo médio de 45 kg. Os mesmos foram mantidos em baias individuais, com comedouro, bebedouro e cocho para o fornecimento de mistura mineral. As fistulas eram limpas diariamente com água corrente e posteriormente era aplicado repelente ao redor da cânula para evitar moscas. A ração fornecida diariamente *ad libitum* em dois períodos, pela manhã e pela tarde, consistia de feno de capim-elefante e concentrado à base de milho e soja.

Para a incubação das amostras no rúmen, foram utilizados sacos de náilon de dimensões 13 x 5 cm, com porosidade de 50 µm, pesando-se em cada saco 3 g de amostra, sendo esses selados com argolas metálicas, atados uns aos outros por meio de linha náilon e ligas, tendo ao final da cadeia, preso um cilindro metálico que funcionava como âncora.

Para a incubação, os sacos foram inicialmente embebidos em água e inseridos no rúmen via fistula facilitando assim a inserção, sempre antes do primeiro fornecimento de ração no período da manhã. Os tempos utilizados para incubação foram: 6, 48 e 96 horas, sendo incubados dois sacos para cada tempo. Para a estimativa da porcentagem da fração solúvel do material foi utilizado o tempo 0 hora. Decorrido o tempo de incubação, os sacos foram retirados do rúmen, colocados imediatamente em

água fria por 10 minutos para cessar a atividade microbiana. Feita a retirada da âncora e das ligas, os sacos foram separados e posteriormente lavados, manualmente, em água corrente e limpa até o desaparecimento da coloração turva. Os sacos foram colocados em bandejas e levados para estufa de ventilação forçada à 60°C durante 72 horas. Esse procedimento foi realizado para todos os tempos incubados e para o tempo 0 hora. A partir do resíduo da incubação, foram realizadas as análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN), segundo metodologia descrita em Silva e Queiroz (2002).

O modelo matemático adotado para a análise do desaparecimento *in situ* da MS, FDN e PB nos diferentes tempos de incubação foi o seguinte:

$$Y_{(ijk)} = \mu + e_{a(ij)} + t_k + tr * t_{(ik)} + e_{b(ijk)}.$$

$Y_{(ijk)}$  = valor de degradação potencial do i-ésimo tratamento (1, 2, 3, 4 e 5), incubado no j-ésimo animal (1 e 2), no k-ésimo tempo de incubação (1, 2, 3 e 4);

$\mu$  = média geral;

$e_a$  = erro experimental da parcela;

$t_k$  = tempo de incubação, representa o efeito do k-ésimo tempo de incubação;

$tr * t$  = efeito da interação tratamento x tempo de incubação ruminal;

$e_b$  = resíduo ou erro experimental, distribuído segundo  $N(\mu, \sigma)$ .

Para interpretação dos perfis de degradação utilizou-se o modelo assintótico exponencial de primeira ordem, conforme Orskov e McDonald (1979), adaptado por Sampaio (1988).

$$\text{Deg}(t) = A - Be^{-ct} \quad (1),$$

Em que:

Deg = corresponde à degradação acumulada do componente nutritivo analisado, após um tempo t;

A = corresponde a degradabilidade potencial do material incubado quando o tempo não é um fator limitante;

B = parâmetro sem valor biológico. Se não houvesse tempo de colonização, ele corresponderia ao total a ser degradado pela ação microbiana;

c = taxa de degradação por ação fermentativa de B;

t = tempo de incubação no rúmen, em horas.

Uma vez calculados os coeficientes A, B, c, estes foram aplicados à equações proposta por Orskov e McDonald (1979).

Onde:

$$DE = a + \frac{b \cdot c}{c + k} \quad (2)$$

DE = degradabilidade ruminal efetiva do componente nutritivo analisado;

a = corresponde a fração solúvel em água do componente nutritivo analisado, quando o tempo é igual a 0;

k = taxa de passagem do alimento, assumiu-se uma taxa de passagem da digesta para o duodeno de 2%, 5% e 8% por hora.

Para o cálculo da proteína não degradada no rúmen (PNDR) utilizou-se o modelo:

$$PNDR = 1 - (a + (bc/c+k)) \quad (3)$$

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Silagens contendo pedúnculo de caju desidratado

#### 4.1.1 Matéria seca

As variáveis referentes à estimativa do desaparecimento (%) e aos parâmetros de degradação ruminal da matéria seca das silagens de capim-elefante contendo pedúnculo de caju desidratado (PCD) encontram-se na Tabela 1.

TABELA 1 - Desaparecimento da matéria seca (%) e cinética de sua degradação ruminal em silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de pedúnculo de caju desidratado (PCD)

Tempo de incubação (h)	Nível de PCD (% da matéria natural, à ensilagem)				
	0,0	4,0	8,0	12,0	16,0
	Desaparecimento da matéria seca (%)				
0	16,56 Dd	21,13 Dc	24,30 Dbc	27,18 Dab	27,56 Da
6	21,84 Cc	27,27 Cb	28,95 Cab	30,99 Ca	31,48 Ca
48	49,85 Bc	55,45 Bb	56,65 Bab	56,84 Bab	58,84 Ba
96	58,68 Ac	62,61 Ab	64,85 Ab	68,51 Aa	68,61 Aa
Parâmetro	Cinética de degradação ruminal da matéria seca				
A (%)	62,67	65,20	68,51	77,43	74,22
B (%)	46,75	44,64	45,10	50,42	48,04
c	0,026	0,031	0,027	0,019	0,023
a (%)	16,56	21,13	24,30	27,58	27,18
DE (2%/h)	42,71	47,92	49,70	51,19	52,29
DE (5%/h)	32,42	37,99	39,80	40,77	41,96
DE (8%/h)	27,94	33,43	35,45	36,73	37,65
R <sup>2</sup> (%)	99,43	99,78	99,60	99,42	99,71

Letras maiúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo Teste Tukey (P>0,05).

Letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo Teste Tukey (P>0,05).

A – Degradabilidade potencial.

B – Sem valor biológico.

c – Taxa de degradação.

a – Fração solúvel.

DE – Degradabilidade efetiva.

R<sup>2</sup> – Coeficiente de determinação da equação.

Pode-se observar que para todos os níveis de adição de PCD ocorreu aumento (P<0,05) no desaparecimento da matéria seca com o decorrer do tempo de incubação das amostras. O desaparecimento da matéria seca nos tempos 0 e 96 horas aumentou (P<0,05) com o nível de adição do subproduto até 12,0% de PCD, atingindo valores de 68,51% de desaparecimento para esse nível, já para os tempos 6 e 48 horas o desaparecimento da matéria seca aumentou com a adição de até 8,0% do PCD à ensilagem. Vale ressaltar que os dados de degradação da matéria seca podem ser considerados elevados quando comparados com resultados obtidos a partir da incubação

de silagem de capim-elefante exclusivo (36,6%) conforme Valadares Filho (1994). Na medida em que foram elevados os tempos de incubação, nota-se um aumento no desaparecimento da MS (Figura 1).

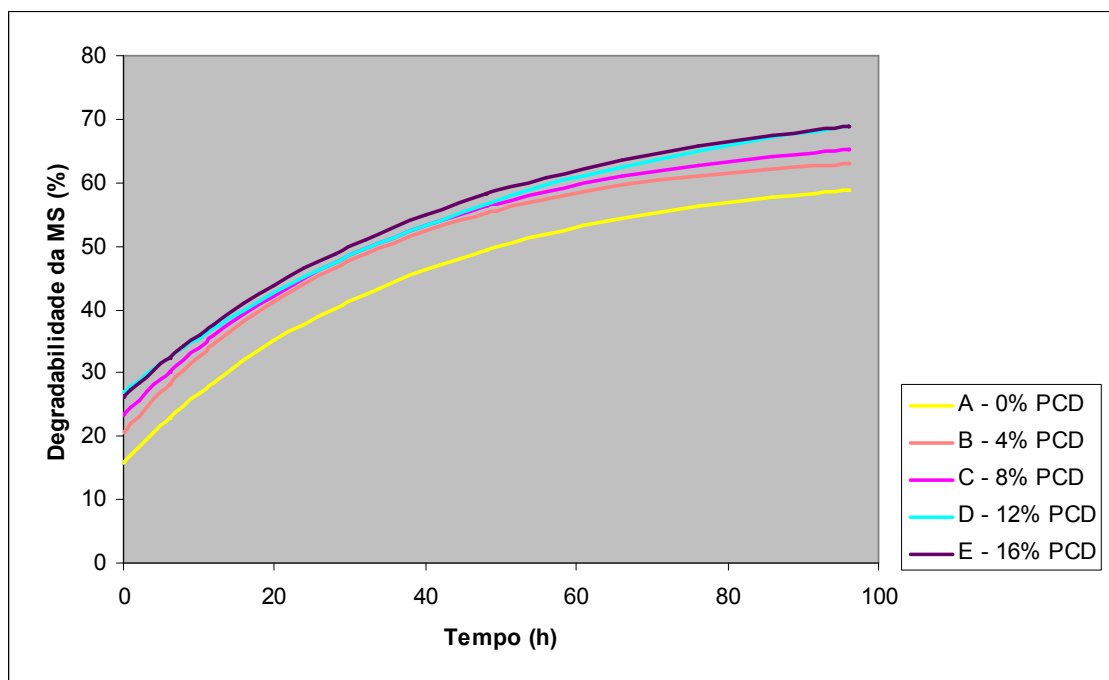


FIGURA 1 – Degradabilidade estimada para a matéria seca das silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de pedúnculo de caju desidratado (PCD)

$$\begin{array}{ll}
 Y_A = 62,67 - 46,75e^{-0,0262*t} & R^2 = 99,43\% \\
 Y_B = 65,20 - 44,64e^{-0,0313*t} & R^2 = 99,78\% \\
 Y_C = 68,51 - 45,10e^{-0,0274*t} & R^2 = 99,60\% \\
 Y_D = 77,43 - 50,42e^{-0,0185*t} & R^2 = 99,42\% \\
 Y_E = 74,22 - 48,04e^{-0,0229*t} & R^2 = 99,71\%
 \end{array}$$

A degradabilidade potencial (A) da matéria seca aumentou até o nível de adição de 12,0% de PCD à ensilagem de capim-elefante, atingindo o valor máximo de 77,43%, o que mostra um aumento da digestibilidade da matéria seca da forragem. Segundo Sampaio (1994), forragens com valores altos de (A) apresentam maior digestibilidade. A fração sem valor biológico (B) aumentou com o nível de adição, até 12,0% de PCD. Segundo Sampaio (1994), a interpretação de B não interfere na classificação da forrageira, já que ele normalmente indica quanto do potencial de degradação foi efetivamente devido à ação químico-biológica. Com relação à taxa de degradação do alimento (c) observou-se que o nível de adição de 4,0% apresentou maior valor, havendo a partir desse nível redução desse fator até 12,0% de adição do subproduto, elevando-se ligeiramente a partir desse nível. Altos valores de (c) significa

que o potencial máximo de degradação é alcançado em menor tempo. Valores da fração solúvel (a) aumentaram com a elevação na adição do PCD até o nível de 12,0% de adição. A degradabilidade efetiva (DE) decresceu à medida que aumentou a taxa de passagem (k) para todos os níveis de adição estudados, esse comportamento é devido ao menor tempo de permanência do alimento no trato digestivo para a ação da microbiota ruminal. A mesma aumentou com o acréscimo do PCD à ensilagem, atingindo valores máximos no nível de 16,0%.

A alta disponibilidade da matéria seca prontamente degradada pode ser atribuída à percentagem de carboidratos solúveis. Os polímeros de glicose com ligações mais fracas entre as moléculas são mais susceptíveis à ação da amilase bacteriana e consequentemente permitiram maior degradação da matéria seca das silagens (THEURER, 1986).

#### **4.1.2 Proteína bruta**

As variáveis referentes à estimativa do desaparecimento (%) e aos parâmetros de degradação ruminal da proteína bruta das silagens de capim-elefante contendo PCD encontram-se na Tabela 2.

O desaparecimento da PB aumentou com o decorrer do tempo de incubação para todos os níveis estudados, no entanto, para os níveis de adição 0,0; 8,0 e 12,0 % não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre os tempos 0 e 6 horas. No nível de adição 4,0% não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre os tempos 0 e 6 horas e entre os tempos 48 e 96 horas. Para o nível de adição de 16,0% do PCD ocorreu diferença ( $P<0,05$ ) entre os tempos de incubação estudados. O maior desaparecimento da PB nos tempos de incubação 0 e 6 horas ocorreu nos níveis de adição 0,0; 4,0 e 8,0%, não diferindo ( $P>0,05$ ) entre si. Para o tempo de incubação de 48 horas houve redução no desaparecimento da PB a partir da adição de 4,0% do PCD. Na medida em que foram elevados os tempos de incubação, nota-se um aumento no desaparecimento da PB, isso pode ser observado na Figura 2.

TABELA 2 - Desaparecimento da proteína bruta (%) e cinética de sua degradação ruminal em silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de pedúnculo de caju desidratado (PCD)

Tempo de incubação (h)	Nível de PCD (% da matéria natural, à ensilagem)				
	0,0	4,0	8,0	12,0	16,0
	Desaparecimento da proteína bruta (%)				
0	40,90 Cabc	46,01 Ba	42,56 Cba	35,82 Cbc	33,46 Dc
6	45,32 Ca	50,14 Ba	49,03 Ca	36,61 Cb	36,35 Cb
48	59,48 Bab	64,70 Aa	59,54 Bab	58,07 Bab	53,21 Bb
96	66,44 Aa	65,89 Aa	69,58 Aa	66,30 Aa	65,35 Aa
	Cinética de degradação ruminal da proteína bruta				
Parâmetro					
A (%)	70,03	66,50	81,21	72,97	84,80
B (%)	28,72	20,83	36,93	38,58	51,41
c	2,14	4,57	1,19	1,18	1,01
a (%)	40,89	46,01	42,56	35,82	33,45
PNDR (%)	50,37	44,21	50,06	54,03	53,92
DE (2%/h)	55,96	60,26	56,90	53,82	50,68
DE (5%/h)	49,63	55,79	49,94	45,97	42,08
DE (8%/h)	47,04	53,46	47,53	42,89	39,20
R <sup>2</sup> (%)	96,09	95,25	94,43	95,65	95,86

Letras maiúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo Teste Tukey (P>0,05).

Letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo Teste Tukey (P>0,05).

A – Degradabilidade potencial.

B – Sem valor biológico.

c – Taxa de degradação.

a – Fração solúvel.

PNDR – Proteína não degradável no rúmen.

DE– Degradabilidade efetiva.

R<sup>2</sup> – Coeficiente de determinação da equação.

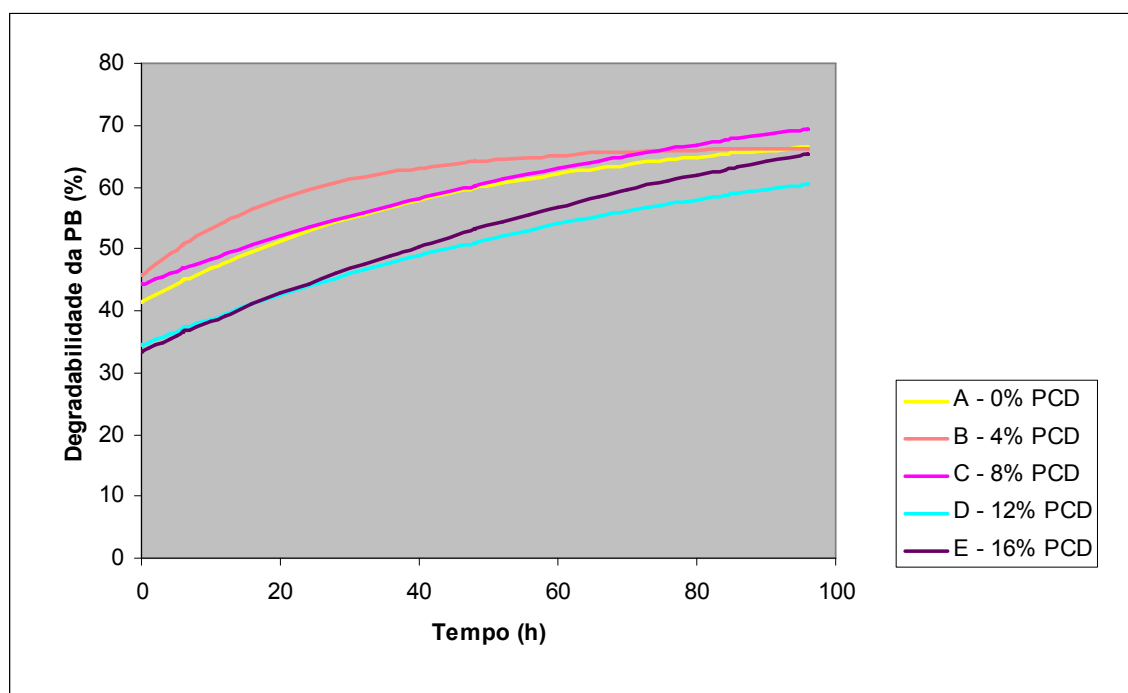


FIGURA 2 – Degradabilidade estimada para a proteína bruta das silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de pedúnculo de caju desidratado (PCD)

$$\begin{array}{ll}
 Y_A = 70,03 - 28,72e^{-0,0214*t} & R^2 = 96,09\% \\
 Y_B = 66,50 - 20,83e^{-0,0457*t} & R^2 = 95,25\% \\
 Y_C = 81,21 - 36,93e^{-0,0118*t} & R^2 = 94,43\% \\
 Y_D = 72,97 - 38,58e^{-0,0118*t} & R^2 = 95,65\% \\
 Y_E = 84,80 - 51,41e^{-0,0101*t} & R^2 = 95,86\%
 \end{array}$$

A degradabilidade potencial (A) apresentou valor maior (84,40%) no nível de adição de 16,0% do PCD à ensilagem de capim-elefante, no entanto, ele não aumentou com a adição do PCD. A taxa de degradação do alimento (c) apresentou maior valor no nível de adição de 4,0%, diminuindo à medida que o nível de adição aumentou. A proteína não degradada no rúmen (PNDR) aumentou com o nível de adição de PCD. A degradabilidade efetiva (DE) aumentou do nível 0,0% para o nível de 4,0%, atingindo nesse nível os maiores valores. A partir daí a degradabilidade efetiva diminuiu com a adição do PCD à ensilagem. À medida que a taxa de passagem do alimento no rúmen (k) aumentou a degradabilidade efetiva diminuiu para todos os tratamentos.

Os valores de degradação da proteína bruta deveram ser atribuídos ao menor ou maior incremento de NNP das silagens em decorrência da proteólise durante a fermentação no silo. Sugere-se que a fermentação dentro do silo é responsável pelo aumento da fração solúvel de gramíneas conservadas na forma de silagens (PETIT e TREMBLAY, 1992).

#### 4.1.3 Fibra em detergente neutro

As variáveis referentes à estimativa do desaparecimento (%) e aos parâmetros de degradação ruminal da fibra em detergente neutro das silagens de capim-elefante contendo PCD encontram-se na Tabela 3.

Observou-se aumento ( $P < 0,05$ ) no desaparecimento da FDN para os níveis de adição 0,0; 4,0 e 16,0%, à medida que o tempo de incubação aumentou. Para os níveis de adição 8,0 e 12,0% não houve diferença ( $P > 0,05$ ) nos tempos de incubação 0 e 6 horas. Não foi observada diferença ( $P > 0,05$ ) para o desaparecimento da fibra em detergente neutro entre os diferentes níveis de adição do PCD, considerando todos os tempos estudados. À medida que aumentaram os tempos de incubação, nota-se aumento no desaparecimento da FDN, tendendo a curva de desaparecimento a um platô (Figura 3).

TABELA 3 - Desaparecimento da fibra em detergente neutro (%) e cinética de sua degradação ruminal em silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de pedúnculo de caju desidratado (PCD)

Tempo de incubação (h)	Nível de PCD (% da matéria natural, à ensilagem)				
	0,0	4,0	8,0	12,0	16,0
	Desaparecimento da fibra em detergente neutro (%)				
0	-1,79 Da	-1,62 Da	0,74 Ca	2,07 Ca	0,80 Da
6	7,04 Ca	6,92 Ca	5,54 Ca	6,47 Ca	6,46 Ca
48	43,03 Ba	46,63 Ba	45,99 Ba	46,97 Ba	47,79 Ba
96	51,91 Aa	53,76 Aa	55,48 Aa	56,79 Aa	55,65 Aa
Parâmetro	Cinética de degradação ruminal da fibra em detergente neutro				
A (%)	54,73	56,38	60,31	61,96	59,51
B (%)	57,01	59,13	61,58	62,01	60,68
c	0,032	0,035	0,028	0,027	0,031
a (%)	-1,79	-1,62	0,74	2,07	0,80
DE (2%/h)	33,00	35,40	35,50	36,48	36,49
DE (5%/h)	20,27	22,38	22,13	23,07	23,27
DE (8%/h)	14,36	16,13	16,19	17,18	17,20
R <sup>2</sup> (%)	99,21	99,29	99,42	99,02	99,41

Letras maiúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo Teste Tukey (P>0,05).

Letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo Teste Tukey (P>0,05).

A – Degradabilidade potencial.

B – Sem valor biológico.

c – Taxa de degradação.

a – Fração solúvel.

DE – Degradabilidade efetiva.

R<sup>2</sup> – Coeficiente de determinação da equação.

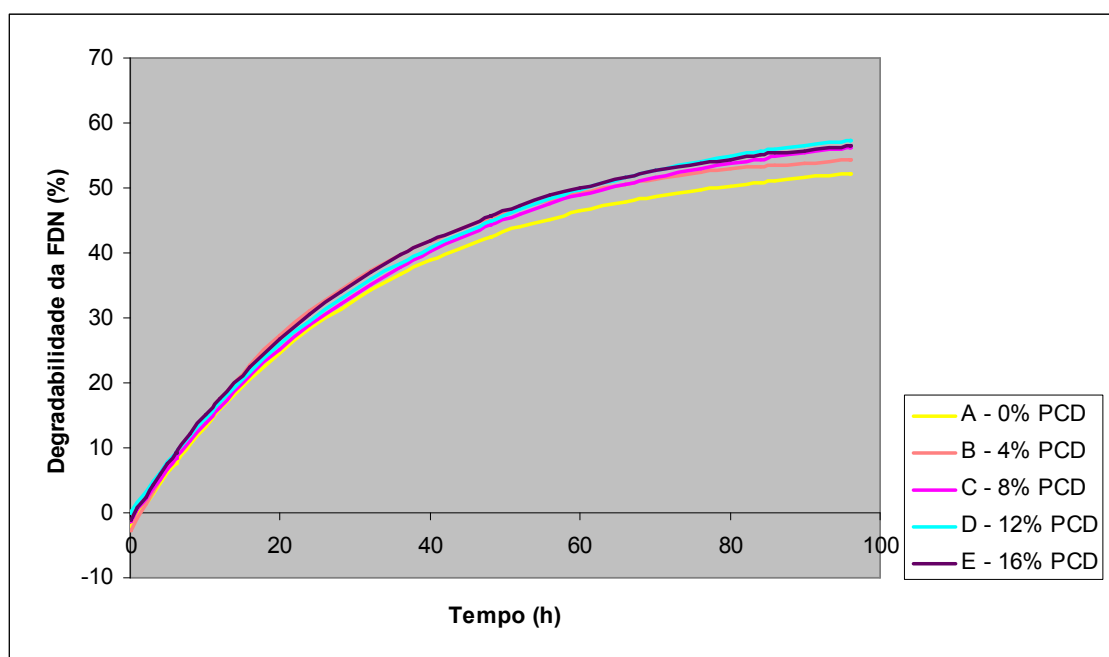


FIGURA 3 – Degradabilidade estimada para a fibra em detergente neutro das silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de pedúnculo de caju desidratado (PCD)

$$\begin{array}{ll}
 Y_A = 54,73 - 57,01e^{-0,0320*t} & R^2 = 99,21\% \\
 Y_B = 56,38 - 59,13e^{-0,0353*t} & R^2 = 99,29\% \\
 Y_C = 60,31 - 61,58e^{-0,0280*t} & R^2 = 99,42\% \\
 Y_D = 61,96 - 62,01e^{-0,0270*t} & R^2 = 99,02\% \\
 Y_E = 59,51 - 60,68e^{-0,0310*t} & R^2 = 99,41\%
 \end{array}$$

A degradabilidade potencial (A) da FDN aumentou com a adição do PCD à ensilagem de capim-elefante, registrando-se o valor máximo de 61,96% no nível de adição de 12,0%. Costa *et al.* (2005), avaliando a degradabilidade *in situ* do subproduto do processamento do caju e do capim-elefante verificaram valores de 42,23% para a degradabilidade potencial (A) da FDN do subproduto, o que é muito baixo em relação à degradação da FDN do capim-elefante no referido trabalho (73,05%). Esses dados sugerem que se esperaria uma redução na degradabilidade potencial das silagens com os níveis crescentes de adição do subproduto do caju. Como os referidos autores trabalharam com bagaço de caju e no presente trabalho foi utilizado o pedúnculo do caju, a diferença na resposta pode ser creditada a diferenças nutricionais entre esses dois subprodutos, onde o pedúnculo de caju deve apresentar valor nutritivo superior ao bagaço de caju, já que esse passou pelo processo de extração do suco. A fração potencial degradável (B) teve o mesmo comportamento do potencial de degradação, aumentando até 12,0% de adição do PCD.

Com relação à taxa de degradação do alimento (c) o nível de adição 4,0% apresentou maior valor, havendo a partir desse nível redução da taxa de degradação até o nível 12,0%. Segundo Chesson *et al.* (1985), a variação na fração (c) é devido à preferência das bactérias ruminais por diferentes tipos de tecidos vegetais. Esta observação é coerente ao fato de que maiores níveis de aditivos podem favorecer ao não a população microbiana no rúmen, responsável pela degradação de carboidratos não estruturais predominantes nas silagens. Valores da fração prontamente solúvel (a) aumentaram à medida que aumentou o nível de adição do subproduto até o nível de adição de 12,0%. Os valores relativamente baixos da fração solúvel, são explicados pela contribuição de colmo do capim-elefante, bem como nódios e internódios os quais apresentam menor degradação em relação às folhas e conseqüentemente menor solubilidade (AKIN, 1979).

A degradabilidade efetiva (DE) decresceu à medida que aumentou a taxa de passagem (k) para todos os níveis de adição estudados, sendo que para todas as taxas de passagem estudadas o nível de adição de 16,0% apresentou os maiores valores de degradabilidade efetiva.

Foi observado aumento ( $P < 0,05$ ) no desaparecimento (%) da MS até o nível de adição de 8,0% do PCD à ensilagem de capim-elefante no tempo de incubação de 96 horas. Para o desaparecimento (%) da PB foi observada diferença ( $P < 0,05$ ) com aumento da adição do pedúnculo do caju no tempo de incubação de 48 horas. Os maiores valores de desaparecimento encontrados foram de 56,65% no nível de adição de 8,0% para MS e 59,54% para PB no tempo de incubação de 48 horas.

Silva *et al.* (2005), avaliando a degradabilidade ruminal da matéria seca e da proteína bruta do subproduto do caju e do capim-elefante, relataram que a inclusão do subproduto de caju em dietas para ruminantes deve ser feita com cautela, na medida em que pode ocorrer uma baixa disponibilidade dos nutrientes em nível de rúmen. (43,83 % e 39,99 % de desaparecimento da MS e PB às 96 horas para o subproduto puro). Para o capim-elefante os mesmos autores quantificaram 68,64 % e 85,47% de desaparecimento da MS e PB às 96 horas, ou seja, valores muito próximos aos encontrados nesse trabalho para o desaparecimento (%) da MS. Já para o desaparecimento da proteína, os valores encontrados por esses autores foram superiores.

Comparando os desaparecimentos com 48 h de incubação entre os níveis de adição de PCD, observa-se para o conjunto das variáveis (MS, FDN, PB) e de parâmetros estudados que não houve grandes diferenças a partir do nível de adição de 8,0%. Embora Ferreira *et al.* (2004) tenha recomendado a adição do bagaço do caju *in natura* em 48,0% na ensilagem do capim-elefante, alguns pontos devem ser considerados. Primeiramente os referidos autores trabalharam com um subproduto de pior qualidade que o pedúnculo, do qual ainda não há resultados na literatura, esperando-se que no caso do PCD, melhores resultados nas silagens já possam ser obtidos com menores níveis de adição. A partir de 8,0% de adição, já se obtém o máximo desaparecimento da matéria seca. Isso é importante quando se considera que, numa escala de produção em nível de fazenda, muitas vezes o que limita a adição de elevados níveis de um subproduto à ensilagem, por melhor que seja o valor nutritivo do mesmo, é a sua disponibilidade em grande quantidade, devendo-se considerar a viabilidade biológica de utilização de percentuais sub-ótimos, como o nível de 8,0% observado na presente pesquisa.

## 4.2 Silagens contendo subproduto da manga

### 4.2.1 Matéria seca

As variáveis referentes à estimativa do desaparecimento (%) e aos parâmetros de degradação ruminal da matéria seca das silagens de capim-elefante contendo subproduto da manga (SM) encontram-se na Tabela 4.

TABELA 4 - Desaparecimento da matéria seca (%) e cinética de sua degradação ruminal em silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de subproduto da manga (SM)

Tempo de incubação (h)	Nível de SM (% da matéria natural, à ensilagem)				
	0,0	4,0	8,0	12,0	16,0
	Desaparecimento da matéria seca (%)				
0	15,80Dc	16,22Dbc	17,41Dabc	18,74Dab	19,67Da
6	22,20Cc	23,00Cbc	24,92Cab	26,15Ca	27,15Ca
48	49,39Bc	50,30Bc	53,59Bb	55,94Bab	56,36Ba
96	57,77Ab	57,86Ab	59,51Ab	63,64Aa	63,46Aa
Parâmetro	Cinética de degradação ruminal da matéria seca				
A (%)	60,60	60,34	61,19	66,09	65,59
B (%)	45,38	44,39	44,18	47,70	46,26
c	0,028	0,031	0,036	0,032	0,033
a (%)	15,80	16,22	17,41	18,74	19,67
DE (2%/h)	42,01	42,87	45,44	47,75	48,23
DE (5%/h)	31,95	32,94	35,62	37,09	37,90
DE (8%/h)	27,47	28,40	30,89	32,16	33,05
R <sup>2</sup> (%)	99,23	99,49	99,29	98,91	99,36

Letras maiúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo Teste Tukey (P>0,05).

Letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo Teste Tukey (P>0,05).

A – Degradabilidade Potencial.

B – Sem valor biológico.

c – Taxa de degradação.

a – Fração solúvel.

DE – Degradabilidade efetiva.

R<sup>2</sup> – Coeficiente de determinação da equação.

Para todos os níveis de adição do SM ocorreu aumento (P<0,05) no desaparecimento da matéria seca com o decorrer do tempo de incubação. O desaparecimento (%) da matéria seca aumentou com a elevação dos níveis de SM à ensilagem de capim-elefante para todos os tempos estudados, sendo que não houve diferença (P>0,05) entre os níveis 12,0 e 16,0% de SM. O desaparecimento (%) da matéria seca das silagens de capim-elefante contendo níveis de SM em função do tempo de incubação pode ser visualizado na Figura 4.

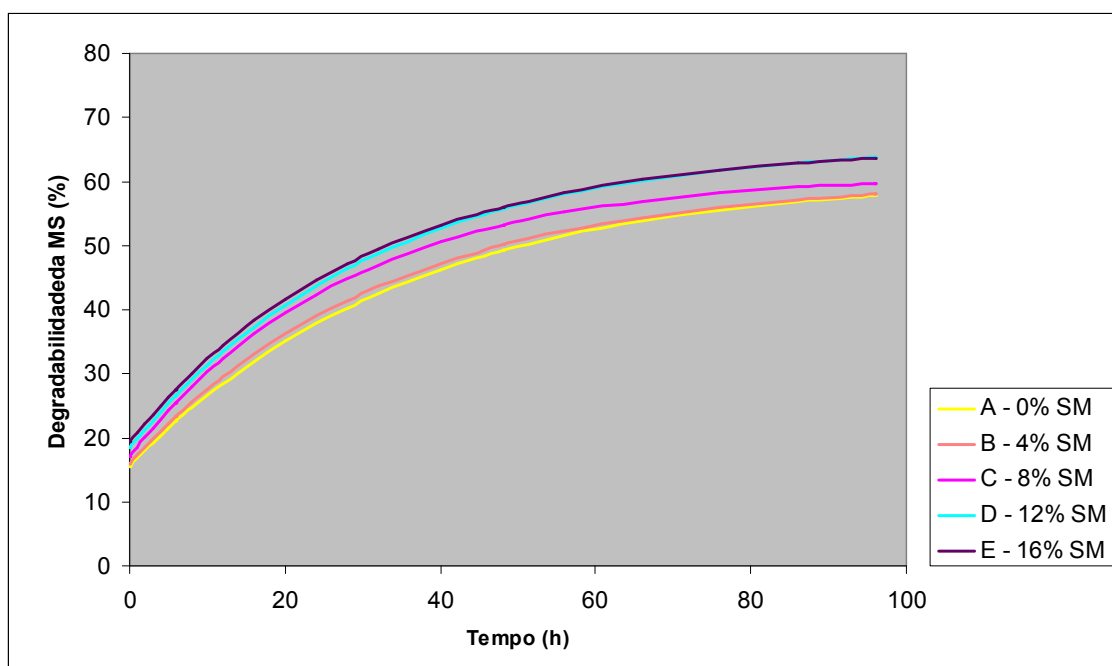


FIGURA 4 – Degradabilidade estimada para a matéria seca das silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de subproduto da manga (SM)

$$\begin{array}{ll}
 Y_A = 60,90 - 45,38e^{-0,0282*t} & R^2 = 99,23\% \\
 Y_B = 60,34 - 44,39e^{-0,0305*t} & R^2 = 99,49\% \\
 Y_C = 61,19 - 44,18e^{-0,0356*t} & R^2 = 99,29\% \\
 Y_D = 66,09 - 47,70e^{-0,0316*t} & R^2 = 99,91\% \\
 Y_E = 65,59 - 46,26e^{-0,0329*t} & R^2 = 99,36\%
 \end{array}$$

A degradabilidade potencial (A) da matéria seca aumentou com o nível de adição de SM, atingindo seu valor máximo (66,09%) na silagem contendo 12,0% de SM. Comportamento semelhante foi observado na fração sem valor biológico (B), onde seu valor máximo (47,70%) foi atingido no nível 12,0% de adição de SM. Por sua vez, a taxa de degradação (c) elevou-se até 8,0% de adição de SM, havendo a partir desse nível redução da mesma. A fração solúvel (a) aumentou com o nível de adição até 16,0% de SM. A degradabilidade efetiva (DE) aumentou à medida que se elevou o nível de adição de SM à ensilagem do capim-elefante, atingindo valores maiores no nível de 16,0% de SM. Com o aumento da taxa de passagem a degradabilidade efetiva diminuiu para todos os níveis de adição estudados, ou seja, quanto maior a taxa de passagem do alimento menor foi a permanência do alimento no trato digestivo (8%/h, maior taxa de passagem avaliada), conseqüentemente, menor tempo para a ação da microbiota ruminal sobre o alimento. Os dados de degradabilidade efetiva da MS podem ser considerados altos quando comparados com resultados obtidos a partir de incubações de silagem de capim-elefante exclusivo, conforme relatado por Valadares Filho (1994).

Gonçalves *et al.* (2004c), avaliando a degradabilidade ruminal da matéria seca do subproduto da manga, observou valores altos (61,11% a uma taxa de passagem de 5%/h) para a degradabilidade efetiva, o que justifica o aumento da (P) com a elevação do nível de adição de SM no presente trabalho, já que, o capim-elefante possui a degradabilidade efetiva menor que o subproduto da manga (SILVA *et al.* 2005).

#### 4.2.2 Proteína Bruta

As variáveis referentes à estimativa do desaparecimento (%) e aos parâmetros de degradação ruminal da proteína bruta das silagens de capim-elefante contendo SM encontram-se na Tabela 5.

TABELA 5 - Desaparecimento da proteína bruta (%) e cinética de sua degradação ruminal em silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de subproduto da manga (SM)

Tempo de incubação (h)	Nível de SM (% da matéria natural, à ensilagem)				
	0,0	4,0	8,0	12,0	16,0
	Desaparecimento da proteína bruta (%)				
0	42,14Ba	41,98Ca	40,26Ba	33,41Cb	25,12Cc
6	42,80Ba	42,65Ca	40,47Bab	39,73Bab	37,57Bb
48	42,99Bd	48,68Bc	53,65Ab	57,97Aa	58,04Aa
96	47,24Ac	53,85Ab	54,55Ab	61,33Aa	59,31Aa
Parâmetro	Cinética de degradação ruminal da proteína bruta				
A (%)	-	71,27	55,80	61,84	59,16
B (%)	-	29,42	16,73	28,42	34,01
c	-	0,005	0,034	0,042	0,075
a (%)	-	41,98	40,26	33,41	25,12
PNDR (%)	-	55,12	53,45	53,66	54,43
DE (2%/h)	-	48,30	50,04	52,63	52,01
DE (5%/h)	-	44,88	46,55	46,34	45,57
DE (8%/h)	-	43,86	44,89	43,15	41,61
R <sup>2</sup> (%)	-	92,89	89,98	97,33	98,11

Letras maiúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo Teste Tukey (P>0,05).

Letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo Teste Tukey (P>0,05).

A – Degradabilidade potencial

B – Sem valor biológico.

c – Taxa de degradação.

a – Fração solúvel.

PNDR – Proteína não degradável no rúmen.

DE – Degradabilidade efetiva.

R<sup>2</sup> – Coeficiente de determinação da equação.

O desaparecimento (%) da proteína bruta aumentou (P<0,05) para todos os níveis com o decorrer do tempo de incubação, no entanto, houve comportamento distinto entre os níveis de adição do subproduto. Para o nível de adição 0,0% de SM não houve diferença (P>0,05) entre os tempos de incubação 0, 6 e 48 horas, não sendo

possível estimar a curva de degradação para esse nível. No nível de adição de 4,0% de SM, não houve diferença ( $P < 0,05$ ) entre os tempos 0 e 6 horas, aumentando a partir daí o desaparecimento com decorrer do tempo de incubação. Para o nível de incubação 8,0% não foi observada diferença ( $P > 0,05$ ) entre os tempos 0 e 6 horas e entre os tempos 48 e 96 horas. Não foi observada diferença ( $P > 0,05$ ) entre os tempos de incubação 48 e 96 horas para os níveis 12,0 e 16,0% de adição de SM.

A representação gráfica do desaparecimento (%) da proteína bruta das silagens de capim-elefante contendo SM em função do tempo de incubação é visualizada na Figura 5.

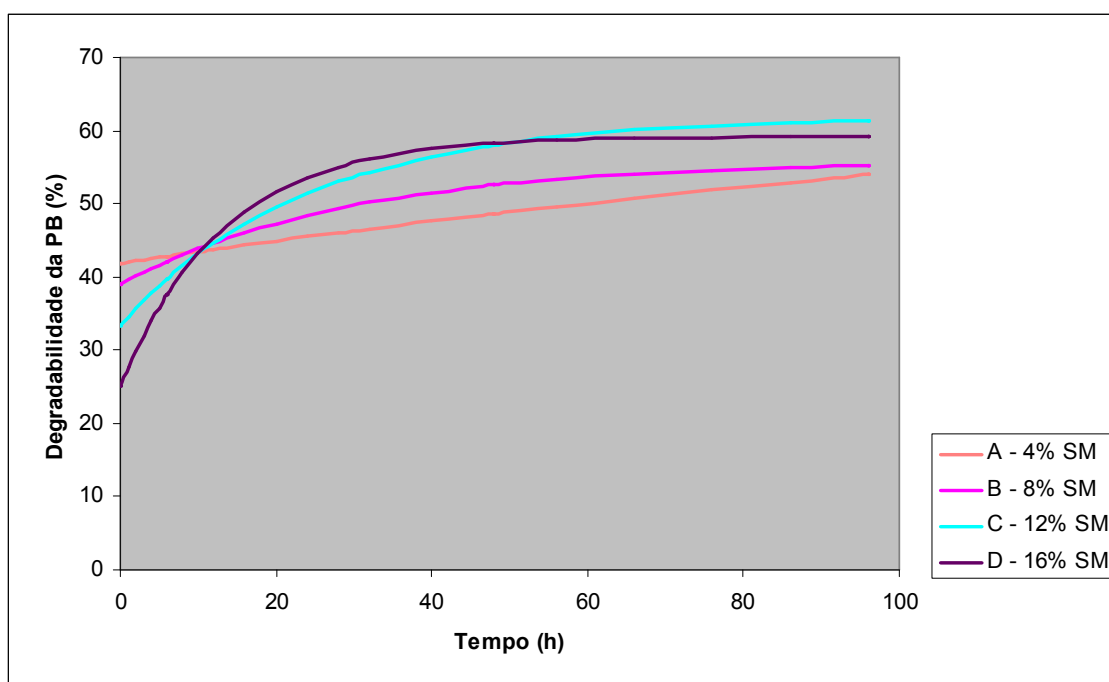


FIGURA 5 – Degradabilidade estimada para a proteína bruta das silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de subproduto da manga (SM)

$$\begin{aligned}
 Y_A &= 71,27 - 29,42e^{-0,0055*t} & R^2 &= 92,89\% \\
 Y_B &= 55,80 - 16,73e^{-0,0340*t} & R^2 &= 89,98\% \\
 Y_C &= 61,84 - 28,42e^{-0,0417*t} & R^2 &= 97,33\% \\
 Y_D &= 59,16 - 34,01e^{-0,0752*t} & R^2 &= 98,11\%
 \end{aligned}$$

A degradabilidade potencial (A) apresentou maior valor (71,27%) no nível de adição de 4,0% de SM à ensilagem de capim-elefante, no entanto, ele não aumentou com a adição do SM. A taxa de degradação do alimento (c) aumentou com o incremento de subproduto à ensilagem, apresentando maior valor (7,52%) no nível de adição de 16,0%. O teor de proteína não degradável no rúmen (PNDR) não variou muito entre os níveis de adição. A degradabilidade efetiva (DE) aumentou a uma taxa de passagem de 2%/h com a elevação nos níveis de adição até 12,0% de SM. Para uma taxa de

passagem de 5%/h não houve diferença entre os níveis de adição de SM. À medida que a taxa de passagem do alimento no rúmen (k) aumentou a degradabilidade efetiva diminuiu para todos os níveis.

#### 4.2.3 Fibra em detergente neutro

As variáveis referentes à estimativa do desaparecimento (%) e aos parâmetros de degradação ruminal da fibra em detergente neutro das silagens de capim-elefante contendo SM encontram-se na Tabela 6.

TABELA 6 - Desaparecimento da fibra em detergente neutro (%) e cinética de sua degradação ruminal em silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de subproduto da manga (SM)

Tempo de incubação (h)	Nível de SM (% da matéria natural, à ensilagem)				
	0,0	4,0	8,0	12,0	16,0
	Desaparecimento da fibra em detergente neutro (%)				
0	1,87Ca	2,43Ca	4,08Ca	1,80Ca	4,26Ca
6	5,30Ca	3,24Ca	4,42Ca	3,51Ca	6,29Ca
48	41,24Ba	42,15Ba	42,86Ba	41,76Ba	40,50Ba
96	49,88Abc	52,05Aabc	49,48Ac	53,94Aab	55,41Aa
Parâmetro	Cinética de degradação ruminal da fibra em detergente neutro				
A (%)	54,63	58,85	54,35	63,08	68,43
B (%)	54,77	59,47	53,60	63,16	66,10
c	0,027	0,024	0,028	0,022	0,017
a (%)	1,87	2,43	4,08	1,8	4,26
DE (2%/h)	32,27	33,26	33,41	33,76	33,93
DE (5%/h)	20,46	20,78	22,13	20,41	20,68
DE (8%/h)	15,26	15,49	17,11	14,92	15,61
R <sup>2</sup> (%)	97,45	96,82	95,56	97,36	98,05

Letras maiúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo Teste Tukey (P>0,05).

Letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo Teste Tukey (P>0,05).

A – Degradabilidade potencial.

B – Sem valor biológico.

c – Taxa de degradação.

a – Fração solúvel.

DE – Degradabilidade efetiva.

R<sup>2</sup> – Coeficiente de determinação da equação.

O desaparecimento (%) da fibra em detergente neutro aumentou (P<0,05) para todos os níveis com o decorrer do tempo de incubação, no entanto, não houve diferença (P<0,05) entre os tempos 0 e 6 horas. Para os tempos de incubação 0, 6 e 48 horas não houve diferença (P>0,05) do desaparecimento (%) entre os níveis de adição de SM. Observou-se um aumento no desaparecimento (%) da FDN para o tempo de incubação 96 horas, atingindo seu valor máximo no nível de adição de 12,0% do SM.

A representação gráfica do desaparecimento (%) da fibra em detergente neutro das silagens de capim-elefante contendo SM em função do tempo de incubação é visualizada na Figura 6.

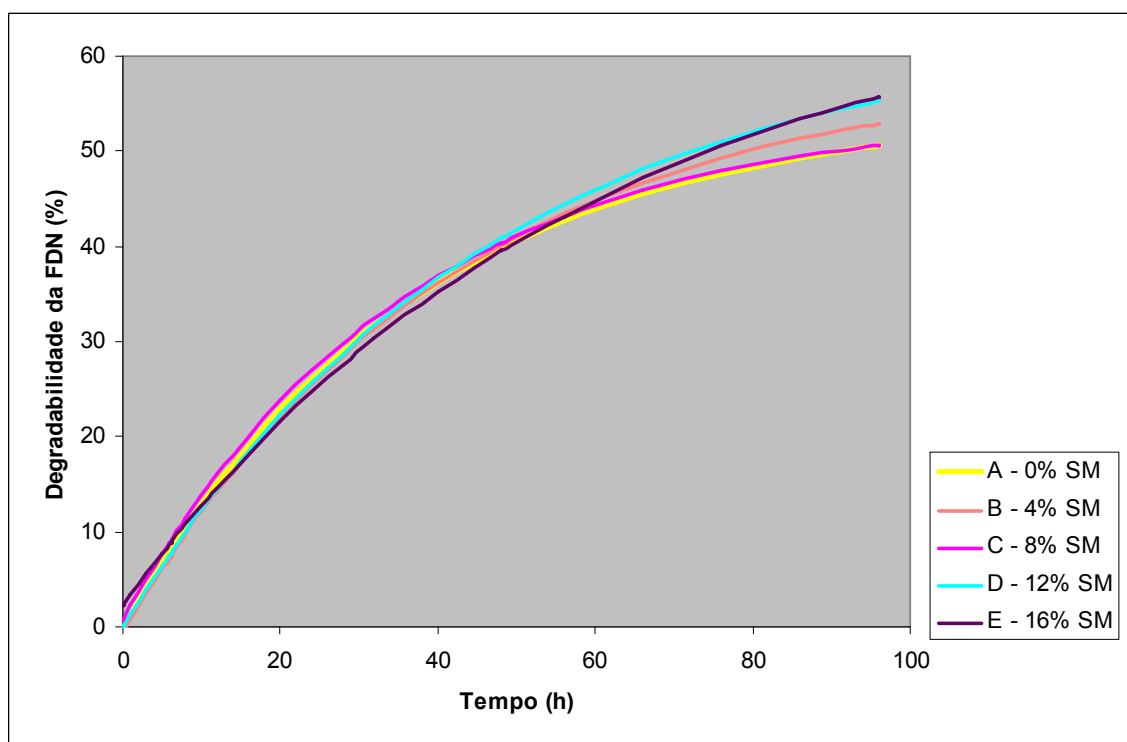


FIGURA 6 – Degradabilidade estimada da fibra em detergente neutro das silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de subproduto da manga (SM)

$$\begin{aligned}
 Y_A &= 54,63 - 54,77e^{-0,0272*t} & R^2 &= 97,45\% \\
 Y_B &= 58,85 - 59,47e^{-0,0241*t} & R^2 &= 96,82\% \\
 Y_C &= 54,35 - 53,60e^{-0,0280*t} & R^2 &= 95,56\% \\
 Y_D &= 63,08 - 63,16e^{-0,0218*t} & R^2 &= 97,36\% \\
 Y_E &= 68,43 - 66,10e^{-0,0172*t} & R^2 &= 98,05\%
 \end{aligned}$$

A degradabilidade potencial (A) da fibra em detergente neutro, de 68,43%, foi observado na silagem contendo 16,0% de SM. Comportamento semelhante foi observado na fração sem valor biológico, em que seu valor máximo (66,10%) foi atingido no nível de 16,0% de SM. Com relação à taxa de degradação (c) observou-se um aumento até o nível de adição de 8,0% de SM, havendo a partir desse nível redução da mesma. A fração solúvel (a) aumentou com o nível de adição até 16,0% do SM. A degradabilidade efetiva (DE) da FDN a uma taxa de passagem de 2%/h não variou entre os níveis de adição do SM à ensilagem de capim-elefante. Para as taxas de passagem 5 e 8%/h, houve um aumento até o nível de adição 8,0% de SM. Com o aumento da taxa de passagem a degradabilidade efetiva diminuiu para todos os níveis de adição estudados, ou seja, quanto maior a taxa de passagem do alimento menor foi a permanência do

alimento no trato digestivo (8%/h, maior taxa de passagem avaliada), conseqüentemente, menor tempo para a ação da microbiota ruminal sob o alimento.

Foi observado aumento ( $P<0,05$ ) no desaparecimento (%) da MS até o nível 12,0% de adição de SM à ensilagem de capim-elefante para os tempos de incubação 48 e 96 horas. Para a FDN o desaparecimento aumentou ( $P<0,05$ ) a partir de 12,0% de adição para o tempo 96 horas. O comportamento do desaparecimento da PB foi semelhante ao observado para a MS, aumentando até 12,0% de adição de SM, não diferindo ( $P>0,05$ ) a partir desse nível para os tempos 48 e 96 horas.

Comparando os desaparecimentos com 48 horas de incubação entre os níveis de adição de SM, observou-se para o conjunto das variáveis (MS, FDN e PB) e dos parâmetros de degradação estudados que não houve grandes diferenças a partir do nível de adição de 12,0% de SM. Sá (2004) recomendou a adição de 20,0% do subproduto da manga à ensilagem do capim-elefante com base na melhoria da qualidade e no valor nutritivo da silagem. A recomendação de 12,0% de adição de SM no presente trabalho é justificada pelo máximo desaparecimento obtido nesse nível e pelo conjunto dos parâmetros estudados.

### **4.3 Silagens contendo subproduto do grão do urucum**

#### **4.3.1 Matéria seca**

As variáveis referentes à estimativa do desaparecimento (%) da matéria seca e os parâmetros de degradação ruminal das silagens de capim-elefante contendo subproduto do grão do urucum (SGU) encontram-se na Tabela 7.

Pode-se observar que para todos os tempos ocorreu aumento ( $P<0,05$ ) no desaparecimento da matéria seca com o decorrer do tempo de incubação da amostra, exceto para os níveis 0,0 e 4,0% que não diferiram ( $P>0,05$ ) nos tempos 48 e 96 horas. O desaparecimento (%) da matéria seca no tempo 0 hora aumentou com o nível de adição do subproduto até o nível 12,0%, enquanto que, para o tempo 6 horas apenas o nível 0,0% diferiu ( $P<0,05$ ) dos demais níveis. Para o tempo de incubação de 96 horas, assim como no tempo 0 hora, ocorreu aumento no desaparecimento até o nível de adição de 12,0%. Na medida em que foram elevados os tempos de incubação, notou-se um aumento no desaparecimento da MS (Figura 7).

TABELA 7 - Desaparecimento da matéria seca (%) e cinética de sua degradação ruminal em silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de subproduto do grão do urucum (SGU)

Tempo de incubação (h)	Níveis de SGU (% da matéria natural, à ensilagem)				
	0,0	4,0	8,0	12,0	16,0
	Desaparecimento da matéria seca (%)				
0	19,50 Cc	19,75 Cc	21,50 Dbc	24,25 Dab	26,25 Da
6	23,00 Bb	28,00 Ba	28,75 Ca	30,00 Ca	30,50 Ca
48	55,00 Aab	58,50 Aa	54,50 Bb	55,50 Bab	57,50 Bab
96	55,00 Ac	60,75 Ab	61,75 Ab	62,75 Aab	66,25 Aa
Parâmetros	Cinética de degradação ruminal da matéria seca				
A (%)	57,46	61,88	63,28	65,36	71,18
B (%)	40,27	43,08	42,01	41,49	45,72
c	0,042	0,047	0,033	0,029	0,024
a (%)	19,50	19,75	21,50	24,25	26,25
DE (2%/h)	45,16	49,26	47,38	48,64	50,78
DE (5%/h)	36,74	40,09	37,90	39,43	40,86
DE (8%/h)	32,46	35,25	33,46	35,29	36,66
R <sup>2</sup> (%)	98,60	91,39	99,66	99,52	99,78

Letras maiúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo Teste Tukey (P>0,05).

Letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo Teste Tukey (P>0,05).

A – Degradabilidade potencial.

B – Sem valor biológico.

c – Taxa de degradação.

a – Fração solúvel.

DE – Degradabilidade efetiva.

R<sup>2</sup> – Coeficiente de determinação da equação.

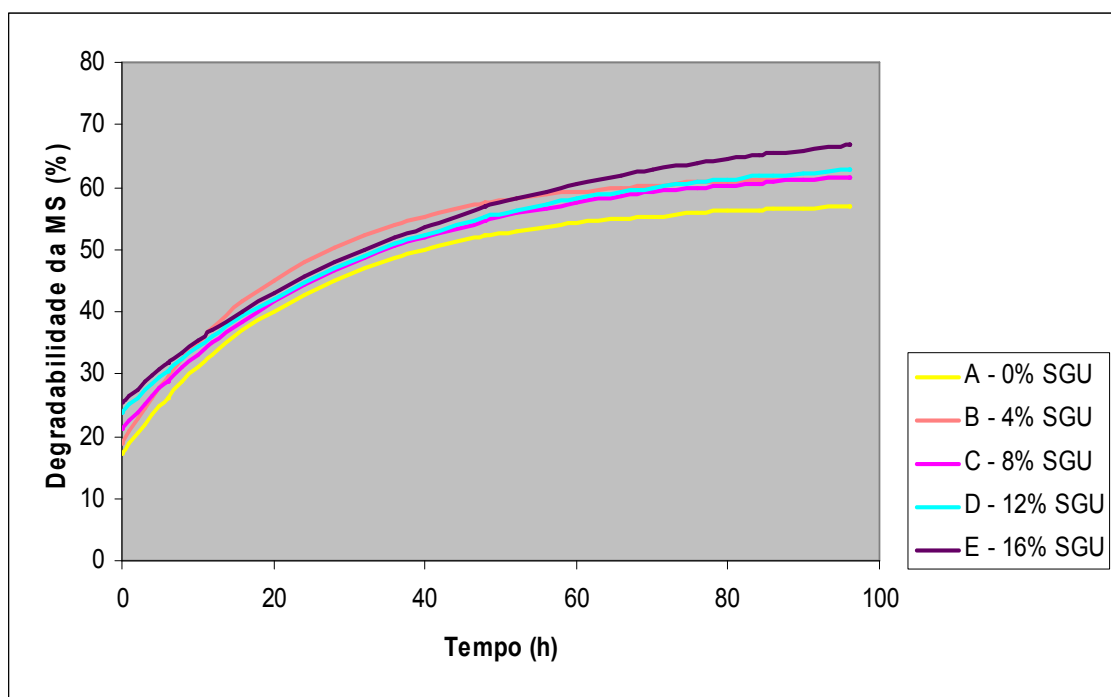


FIGURA 7 – Degradabilidade estimada para a matéria seca das silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de subproduto do grão do urucum (SGU)

$$\begin{aligned}
 Y_A &= 57,46 - 40,27e^{-0,0420*t} & R^2 &= 98,60\% \\
 Y_B &= 61,88 - 43,08e^{-0,0470*t} & R^2 &= 91,39\% \\
 Y_C &= 63,28 - 42,01e^{-0,0330*t} & R^2 &= 99,66\% \\
 Y_D &= 65,36 - 41,49e^{-0,0290*t} & R^2 &= 99,52\% \\
 Y_E &= 71,18 - 45,72e^{-0,0240*t} & R^2 &= 99,78\%
 \end{aligned}$$

A degradabilidade potencial (A) aumentou com a inclusão dos níveis de SGU à ensilagem de capim-elefante. Com relação à taxa de degradação do alimento (c) o nível de adição de 4,0% apresentou maior valor, havendo a partir desse nível redução da taxa de degradação. Para a degradabilidade efetiva pode-se observar um aumento com o nível de adição do SGU, atingindo seus valores máximos no nível 16,0% de adição. A degradabilidade efetiva (DE) decresceu à medida que aumentou a taxa de passagem (k) para todos os níveis de adição estudados. Gonçalves *et al.* (2004c), avaliando a degradabilidade ruminal da matéria seca do subproduto do grão do urucum, observou valores altos (62,96% a uma taxa de passagem de 5%/h) para a degradabilidade efetiva, o que justifica o aumento da P com o aumento do nível de adição de SGU no presente trabalho, já que o capim-elefante possui P menor que o subproduto da manga (SILVA *et al.* 2005). Valores da fração prontamente solúvel (a) aumentaram com o incremento no nível de adição do subproduto.

#### 4.3.2 Proteína bruta

As variáveis referentes à estimativa do desaparecimento (%) e aos parâmetros de degradação ruminal da proteína bruta das silagens de capim-elefante contendo SGU encontram-se na Tabela 8.

O desaparecimento (%) da proteína bruta aumentou para todos os níveis de adição do SGU com o decorrer do tempo de incubação, sendo que para os níveis 0,0 e 8,0% não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre os tempos 0 e 6 horas. No nível de 4,0% de adição não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre os tempos 0 e 6 horas e entre os tempos 48 e 96 horas, já para o nível de 12,0% de adição houve diferença ( $P < 0,05$ ) entre todos os tempos estudados. No nível de 16,0% de adição não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre os tempos 6 e 48 horas, não sendo possível estimar a curva de degradação para esse nível.

Para o desaparecimento da proteína dentro dos tempos, houve um aumento ( $P < 0,05$ ) com a elevação dos níveis de adição do subproduto. Para os tempos 0, 6 e 96 horas os valores máximos de desaparecimento foram atingidos com 12,0% de adição, 57,60; 63,85 e 76,30%, respectivamente. No tempo de incubação 48 horas o valor máximo de desaparecimento (66,50%) da PB foi atingido com 4,0% de adição do SGU.

A representação gráfica do desaparecimento (%) da proteína bruta das silagens de capim-elefante contendo níveis de SGU em função do tempo de incubação é visualizada na Figura 8.

TABELA 8 - Desaparecimento da proteína bruta (%) e cinética de sua degradação ruminal em silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de subproduto do grão do urucum (SGU)

Tempo de incubação (h)	Nível de adição (% da matéria natural)				
	0,0	4,0	8,0	12,0	16,0
	Desaparecimento da proteína bruta (%)				
0	47,27Cc	47,13Bc	50,86Cbc	57,60Da	54,26Cab
6	47,88Cd	47,40Bd	51,89Cc	63,85Ca	58,22Bb
48	59,22Bb	66,50Aa	65,30Ba	68,60Ba	60,82Bb
96	63,36Ac	67,62Ab	70,90Ab	76,30Aa	74,80Aa
Parâmetro	Cinética de degradação ruminal da proteína bruta				
A (%)	66,43	69,42	75,36	91,12	-
B (%)	19,86	24,02	25,19	31,38	-
c	0,020	0,035	0,018	0,008	-
a (%)	47,27	47,13	50,86	57,60	-
PDNR (%)	47,25	43,77	42,55	37,93	-
DE (2%/h)	56,85	61,24	62,60	66,92	-
DE (5%/h)	52,75	56,23	57,45	62,07	-
DE (8%/h)	51,10	53,84	55,44	60,54	-
R <sup>2</sup> (%)	94,84	96,33	95,25	88,98	-

Letras maiúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo Teste Tukey (P>0,05).

Letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo Teste Tukey (P>0,05).

A – Degradabilidade potencial.

B – Sem valor biológico.

c – Taxa de degradação.

a – Fração solúvel.

PNDR – Proteína não degradada no rúmen.

DE – Degradabilidade efetiva.

R<sup>2</sup> – Coeficiente de determinação da equação.

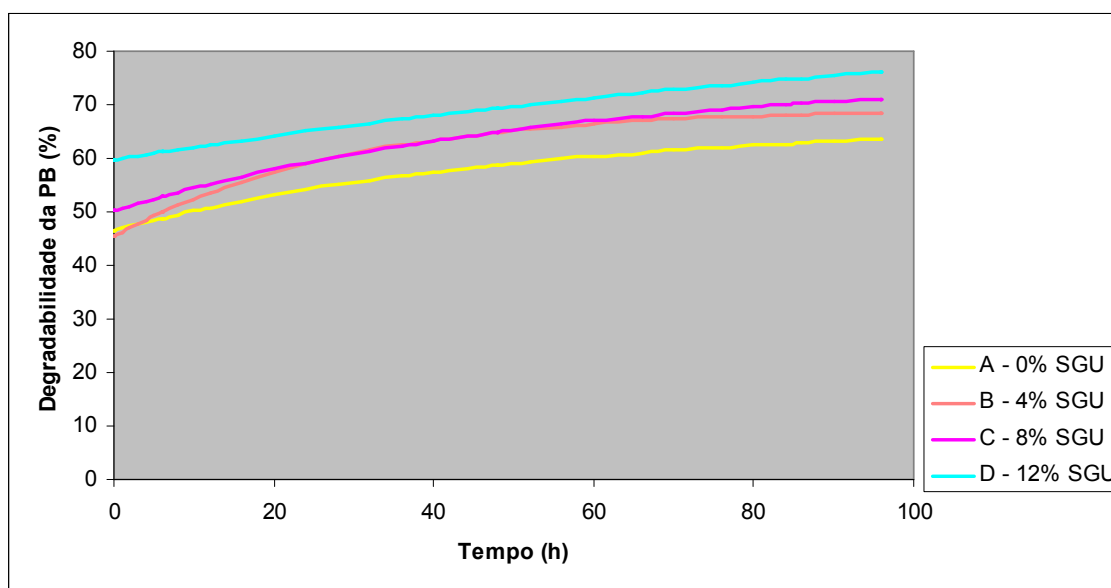


FIGURA 8 – Degradabilidade estimada para a proteína bruta das silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de subproduto do grão do urucum (SGU)

$$\begin{aligned}
 Y_A &= 66,43 - 19,86e^{-0,0200*t} & R^2 &= 94,84\% \\
 Y_B &= 69,42 - 24,02e^{-0,0345*t} & R^2 &= 96,33\% \\
 Y_C &= 75,36 - 25,19e^{-0,0184*t} & R^2 &= 95,25\% \\
 Y_D &= 91,12 - 31,38e^{-0,0077*t} & R^2 &= 88,98\%
 \end{aligned}$$

A degradabilidade potencial (A) aumentou com a elevação nos níveis de adição de SGU à ensilagem de capim-elefante, atingindo seu valor máximo (91,12%) no nível de adição de 12,0%. A taxa de degradação do alimento (c) apresentou maior valor no nível de adição de 4,0%, diminuindo à medida que o nível de adição aumentou. A degradabilidade efetiva (DE) aumentou com a elevação nos níveis de adição de SGU. À medida que a taxa de passagem do alimento no rúmen (k) aumentou, a degradabilidade efetiva diminuiu para todos os tratamentos. Esses resultados podem ser considerados altos quando comparados com resultados obtidos a partir de incubação de silagem de capim-elefante exclusivo conforme verificado por Valadares Filho (1994).

#### 4.3.3 Fibra em detergente neutro

As variáveis referentes à estimativa do desaparecimento (%) e aos parâmetros de degradação ruminal da fibra em detergente neutro das silagens de capim-elefante contendo SGU encontram-se na Tabela 9.

Ocorreu aumento ( $P < 0,05$ ) no desaparecimento da fibra em detergente neutro com o aumento do tempo de incubação da amostra em todos os níveis, exceto para os níveis de adição 0,0 e 4,0% que não diferiram ( $P > 0,05$ ) nos tempos de incubação de 48 e 96 horas. Não foi observada diferença ( $P > 0,05$ ) no desaparecimento da FDN entre os diferentes níveis de adição do subproduto para os tempos 0, 6 e 48 horas. Para o tempo de incubação 96 horas houve diferença ( $P < 0,05$ ) a partir de 4% de adição. A representação gráfica do desaparecimento (%) da fibra em detergente neutro das silagens de capim-elefante contendo níveis de SGU em função do tempo de incubação é visualizada na Figura 9.

TABELA 9 - Desaparecimento da fibra em detergente neutro (%) e cinética de sua degradação ruminal em silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de subproduto do grão do urucum (SGU)

Tempo de incubação (h)	Nível de SGU (% da matéria natural, à ensilagem)				
	0,0	4,0	8,0	12,0	16,0
	Desaparecimento da fibra em detergente neutro (%)				
0	- 0,87 Ca	- 2,26 Ca	- 2,97 Da	- 0,87 Da	2,44 Da
6	7,35 Ba	9,07 Ba	8,51 Ca	8,02 Ca	8,92 Ca
48	45,19 Aa	46,34 Aa	44,39 Ba	44,49 Ba	46,54 Ba
96	45,98 Ab	50,88 Aab	52,03 Aab	51,01 Aab	55,61 Aa
Parâmetro	Cinética de degradação ruminal da fibra em detergente neutro				
A (%)	48,23	52,20	53,52	53,11	59,48
B (%)	50,70	55,03	56,50	54,76	58,32
c	0,046	0,044	0,038	0,037	0,030
a (%)	-0,87	-2,26	-2,97	-0,87	2,44
DE (2%/h)	33,39	35,18	34,01	34,03	36,57
DE (5%/h)	22,71	23,23	21,39	21,94	23,74
DE (8%/h)	17,11	17,06	15,19	16,07	17,92
R <sup>2</sup> (%)	97,52	99,40	99,60	99,01	99,42

Letras maiúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo Teste Tukey (P>0,05).

Letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo Teste Tukey (P>0,05).

A – Degradabilidade potencial.

B – Sem valor biológico.

c – Taxa de degradação.

a – Fração solúvel.

DE – Degradabilidade efetiva.

R<sup>2</sup> – Coeficiente de determinação da equação.

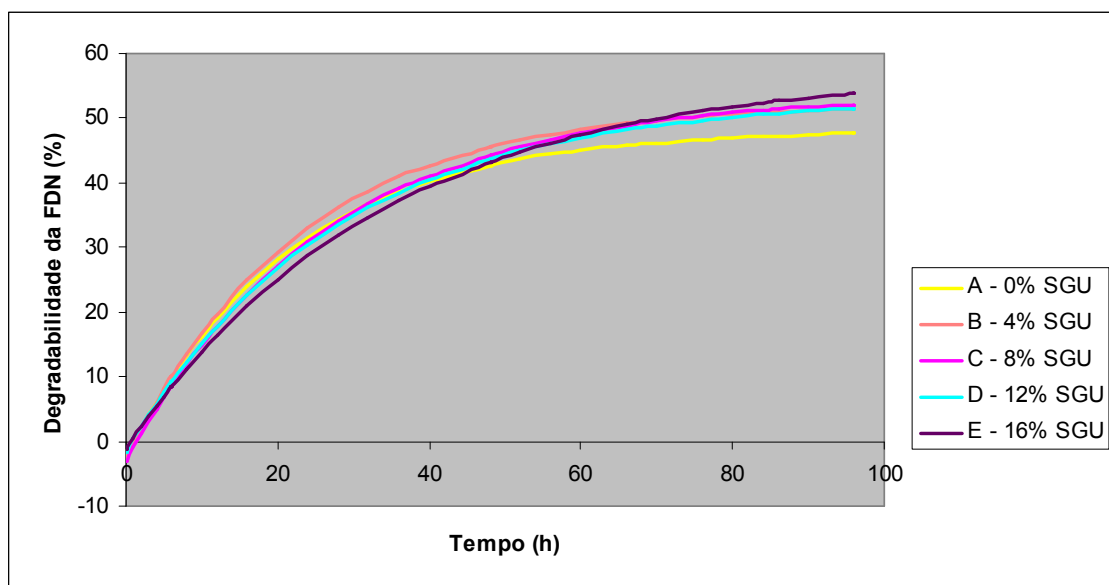


FIGURA 9 – Degradabilidade estimada para a fibra em detergente neutro das silagens de capim-elefante contendo cinco níveis de subproduto do grão do urucum (SGU)

$$\begin{aligned}
 Y_A &= 48,23 - 50,70e^{-0,0462*t} & R^2 &= 97,52\% \\
 Y_B &= 52,20 - 55,03e^{-0,0440*t} & R^2 &= 99,40\% \\
 Y_C &= 53,52 - 56,50e^{-0,0379*t} & R^2 &= 99,60\% \\
 Y_D &= 53,12 - 54,76e^{-0,0366*t} & R^2 &= 99,01\% \\
 Y_E &= 59,48 - 58,32e^{-0,0298*t} & R^2 &= 99,42\%
 \end{aligned}$$

A degradabilidade potencial (A) aumentou com a inclusão de SGU à ensilagem, chegando ao valor máximo de 59,48% no nível de 16,0% de adição. Comportamento semelhante foi observado para a fração sem valor biológico (B). A taxa de degradação do alimento (c) diminuiu à medida que aumentou a adição do subproduto. A degradabilidade efetiva (DE) diminuiu para todos os níveis, à medida que a taxa de passagem do alimento no rúmen (k) aumentou.

Foi observado aumento ( $P < 0,05$ ) no desaparecimento (%) da MS até o nível 12,0% de adição de SGU à ensilagem de capim-elefante para o tempo de incubação 96 horas, sendo que para o tempo de incubação 48 horas o nível 12,0% de adição possui também o maior desaparecimento da MS. Para a FDN o desaparecimento aumentou ( $P < 0,05$ ) a partir de 4,0% de adição para o tempo 96 horas. O desaparecimento da PB aumentou ( $P < 0,05$ ) até 12,0% de adição de SGU para o tempo 96 horas.

Comparando os desaparecimentos com 48 horas de incubação entre os níveis de adição de SM, observou-se para o conjunto das variáveis (MS, FDN e PB) e dos parâmetros de degradação estudados que não houve grandes diferenças a partir do nível de adição de 12,0% de SGU. Gonçalves (2004a) recomendou a adição de 20,0% do subproduto do grão do urucum à ensilagem do capim-elefante com base na melhoria da qualidade e no valor nutritivo da silagem, devendo-se levar em conta que a partir de 12,0% de adição do SGU, já se obtém o máximo desaparecimento das frações estudadas.

## 5 CONCLUSÃO

A adição do pedúnculo do caju desidratado à ensilagem de capim-elefante aumentou a degradabilidade das silagens, podendo ser recomendados níveis a partir de 8,0% deste subproduto.

A adição do subproduto da manga à ensilagem de capim-elefante aumentou a degradabilidade das silagens, podendo ser recomendados níveis a partir de 12,0% deste subproduto.

A adição do subproduto do grão do urucum à ensilagem de capim-elefante aumentou a degradabilidade das silagens, podendo ser recomendados níveis a partir de 12,0% deste subproduto.

A disponibilidade dos subprodutos também deve ser considerada para a escolha do nível de adição a ser adotado em cada situação.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKIN, D. E. Microscopic evaluation of forage digestion by rumen microorganism. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.48, n.3, p.701-709, 1979.

BATISTA, F. A. S.; SANTOS, E. S.; DANTAS, E. C. S.; BARBOSA, M. M. **A cultura do urucuzeiro**. João Pessoa: Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba, 1988. 25p. (Documentos, 10).

CARVALHO, L. A. ***Pennisetum purpureum*, Schumacher: Revisão**. Coronel Pacheco: Embrapa Gado de Leite, 1985. 86 p. (Boletim de Pesquisa,10).

CATCHAPOOLE, V. R.; HENZEL, E. F. Silage and silage-making from tropical herbage species. **Herbage Abstracts**, v.41, n.3, p.213-221, 1971.

CHESSON, A.; GORDON, A. H.; LOMAX, J. A. Methylation analysis of mesophyll, epidermis and fibre cells – walls isolated from the leaves of perennial and Italian ryegrass. **Carbohydrate Research**, Amsterdam, v. 141, p.137-147, 1985.

COSTA, J. B.; ROGÉRIO, M. C. P.; SAMPAIO, I. B. M.; NEIVA, J. N. M.; PIMENTEL, J. C. M.; CARVALHO, F. B.; MARTINS, G. A.; RODRIGUEZ, N. M.; CAMPOS, W. E. Degradabilidade ruminal das frações fibrosas do subproduto de caju (*Anacardium occidentale*) e do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) em ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais eletrônicos...**Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. 1 CD-ROM.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

FAO. 2006. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/faostat>> Acesso em: 15 set. 2006.

FERREIRA, A. C. H. **Valor nutritivo das silagens de capim-elefante com diferentes níveis de subprodutos da indústria do suco de caju**. 2002. 101p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2002.

FERREIRA, A. C. H.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M.; LÔBO, R. N. B.; VASCONCELOS, V. R. Valor nutritivo das silagens de capim-elefante com diferentes níveis de subprodutos da indústria do suco de caju. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1380-1385, 2004.

FRANCO, F. O. F.; SILVA, F. C. P.; CAZÉ FILHO, J.; BARREIRA NETO, M.; JOSÉ, A. R. S.; REBOUÇAS, T. N. H.; FONTINÉLLI, S. C. **Urucuzeiro: agronegócio de corantes naturais**. João Pessoa: Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba, SAIA, 2002. p.120.

GOMIDE, J. A. Formação e utilização de capineiras de capim-elefante. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F.; CARVALHO, L. A, eed. **Capim-elefante: produção e utilização**, Coronel Pacheco: Embrapa Gado de Leite, 1994. p 81-115.

GONÇALVES, J. S.; NEIVA, J. N. M.; OLIVEIRA FILHO, G. S.; LÔBO, R. N. B.; AQUINO, D. C. Valor nutritivo de silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum*) com diferentes níveis de pedúnculo do caju (*Anacardium occidentale*) desidratado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais eletrônicos...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. 1 CD-ROM.

GONÇALVES, J. S., **Valor nutritivo e características fermentativas de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv. roxo contendo níveis crescentes do subproduto da semente do urucum (*Bixa orellana* L.).** 2004, 62f. Monografia – Universidade Federal do Ceará, 2004a.

GONÇALVES, J. S.; NEIVA, J. N. M.; VIEIRA, N. F.; OLIVEIRA FILHO, G. S.; LÔBO, R. N. B. Valor nutritivo de silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum*) com adição de diferentes níveis de subprodutos do processamento de acerola (*Malpighia glabra*) e de goiaba (*Psidium guajava*). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza-CE, v. 35, n. 1, p. 131-137, 2004b.

GONÇALVES, J. S.; FEITOSA, J. V.; NEIVA, J.N.M.; MOURA, B. C.; AQUINO, D. C.; ALVES, A. A. Degradabilidade ruminal dos subprodutos agroindustriais do caju (*Anacardium occidentale* L.), graviola (*Anona muricata* L.), manga (*Mangifera indica* L.), e urucum (*Bixa orellana* L.) em ovinos. In REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais eletrônicos...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004c. 1 CD-ROM.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Departamento de Agropecuária, 2006. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso set. 2006.

KEARNEY, P. C.; KENNEDY, W. K. Relation ship between lasses of fermentable sugars and changes in organic acids of silage. **Agronomy Journal**, v.54, n.2, p.114-115, 1962.

LAVEZZO, W.; GUTIERREZ, L. C.; SILVEIRA, A. C.; MENDES, O. E. N.; GONÇALVES, D. A. Utilização do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), cultivares Mineiro e Vruckwona, como plantas para ensilagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.12, n.1, p. 163-176, 1983.

LAVEZZO, W.; LAVEZZO, O. E. N. M.; BONASSI, I. A.; BASSO, L. C. Efeitos do emurhecimento, formol e ácido fórmico e solução de “VIHER” sobre a qualidade de silagens de capim-elefante, cultivares Mineiros e Vruckwona. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.1, p. 125-134, 1990.

LAVEZZO, W. Ensilagem de capim-elefante. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 10,1992, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1992, p. 169-275.

LINDBERG, J. E., Estimation of rumen degradability feed proteins with the *in sacco* technique and various *in vitro* methods: A review. **Acta Agric. Scand., Suppl.** n. 25, p.64-97, 1985.

MANICA, I.; **Fruticultura tropical II – Manga.** 1.ed. Agronômica Ceres Ltda. São Paulo, 1981.135p.

McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. New York: John Willey & Sons. 1981. 226p.

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

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO INDÚSTRIA E COMÉRCIO Disponível em<<http://www.desenvolvimento.gov.br/>>. Acesso set. 2006.

MOISIO, T.; HEIKONEN, M. Lactic acid fermentation in silage preserved with formic acid. **Anim. Feed Sci. Technol.**, v.47, n.1-2, p.107-124, 1994.

NEIVA, J. N. M.; TEIXEIRA, M. C.; LÔBO, R. N. B.; CASTRO, A. B. Avaliação do valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum). com diferentes níveis de subproduto de pseudofruto do caju (*Anacardium occidentale*) In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2001, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. 1 CD-ROM.

NOCEK, J. E. *In situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: A review. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.8, p.2051-2069, 1988.

OLIVEIRA FILHO, G. S.; NEIVA, J. N. M.; PIMENTEL, J. C. M.; GONÇALVES, J. S.; POMPEU, R. C. F. F.; LÔBO, R. N. B.; VASCONCELOS, V. R. Avaliação do valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) contendo diferentes níveis de subproduto de abacaxi (*Ananás comosus* L., Merr.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. 1 CD-ROM.

ORSKOV, E. R. **Protein nutrition in ruminants**. London: Academic Press, 1982. 160p.

ORSKOV, E. R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighed according torate of passage. **Journal Agricultural Science**, v. 92, p. 499 – 503, 1979.

PETIT, H. V.; TREMBLAY, G. H. In situ degradability of fresh grass and grass conserved under different harvesting methods. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v.75, n.3, p. 774-781, 1992.

PIMENTEL, F. A. **Avaliação de métodos de obtenção e da estabilidade de pigmentos de sementes de urucum (*Bixa orellana* L.)**.1995.132p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

QUEIROZ FILHO, J. L.; SILVA, D. S.; NASCIMENTO, I. S. Produção de matéria seca e qualidade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) Cultivar Roxo em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 29 p. 29-74. 2000.

RAMOS, A. D.; BLEICHER, E.; FREIRE, F. C. O.; CARDOSO, J. E.; PARENTE, J. I. G.; BARROS, L. M.; CRISOSTOMO, L. A.; FROTA, P. C. E.; CORREA, M. P. F.;

PESSOA, P. F. P.; MELO, Q. M. S.; OLIVEIRA, V. H. **A cultura do caju**. Brasília : EMBRAPA-SPI, 1996. 96 p. (Coleção Plantar, 34).

ROSA, G. R.; *et al.* **Anuário brasileiro da fruticultura**. 1. ed. Santa Cruz do Sul, 2006. 136p.

SÁ, C. R. L. **Valor nutritivo e características fermentativas de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com diferentes níveis do subproduto da manga (*Mangifera indica* L.)**. 2004. 32f. Monografia – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza , 2004.

SAMPAIO, I. B. M. **Experimental designs and modeling techniques in the study of roughage degradation in rumen and growth of ruminants**. Reading: University of Reading, 1988. 214p. Tese (Doutorado) - University of Reading, 1988.

SAMPAIO, I. B. M. Controle do erro experimental em ensaios com ruminantes fistulados. In: da XXVIII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, **Anais...** João Pessoa, julho, 1991. p.198.

SAMPAIO, I. B. M. Contribuições estatísticas e de técnica experimental para ensaios de degradabilidade de forragens quando avaliada *in situ* In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, REUNIÃO ANUAL, 31, 1994, Maringá, **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994, p. 81-88.

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

SILVA, V. L.; ROGÉRIO, M. C. P.; SAMPAIO, I. B. M.; NEIVA, J. N. M.; PIMENTEL, J. C. M.; MARTINS, G. A.; RODRIGUEZ, N. M.; FREITAS, C. A. S.; GONÇALVES J. S. Degradabilidade ruminal da matéria seca e da proteína bruta do subproduto de caju (*anacardium occidentale* l.) E do capim-elefante(*pennisetum purpureum*) em ovinos In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA 42., 2005, Goiânia. **Anais...**Goiânia Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. 1 CD-ROM.

THEURER, C. B. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaing, v. 63, p.1649-1662, 1986.

THIAGO, L. R. L. **Utilização da técnica de degradabilidade in situ para avaliação de forragens e alimentos concentrados** In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, REUNIÃO ANUAL, 31, 1994, Maringá: Universidade Federal de Maringá, 1994, p. 89-93.

VALADARES FILHO, S. C. Utilização da técnica in situ para a avaliação dos alimentos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES, Maringá, 31, 994, Maringá, **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. p. 95-118.

VILELA, D. **Aditivos na Ensilagem**. Coronal Pacheco: Embrapa Gado de Leite, 1983. 32p. (Circular Técnica, 21).

VILELA, D. **Sistemas de conservação de forragem. 1. Silagem.** Coronel Pacheco: Embrapa Gado de Leite, 1985. 42p. (Boletim de pesquisa, 11).

VILELA, D. Utilização do capim-elefante na forma de forragem conservada. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F.; CARVALHO, L. A, ed. **Capim-elefante: produção e utilização**, Coronel Pacheco: Embrapa Gado de Leite, 1994. p 117-164.

VILELA, G. L. **Degradabilidade *in situ* da matéria seca e da proteína bruta de vários alimentos em vacas alimentadas com diferentes rações.** 1994. 68f .  
Dissertação(Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1994.