



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA



ERMINO BRAGA

**DEGRADABILIDADE RUMINAL DE LEGUMINOSAS TROPICAIS E
SUBPRODUTOS DA AGROINDÚSTRIA**

Belém

2010



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA



ERMINO BRAGA

DEGRADABILIDADE RUMINAL DE LEGUMINOSAS TROPICAIS E
SUBPRODUTOS DA AGROINDÚSTRIA

Tese apresentada ao Curso de Pós-graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias, área de concentração Agroecossistemas Sustentáveis da Amazônia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

Orientador: Prof. Dr. José de Brito Lourenço Junior

Belém
2010



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

DEGRADABILIDADE RUMINAL DE LEGUMINOSAS TROPICAIS E
SUBPRODUTOS DA AGROINDÚSTRIA

Tese apresentada ao Curso de Pós-graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias, área de concentração Agroecossistemas Sustentáveis da Amazônia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

Aprovada em 06 de outubro de 2010.

BANCA EXAMINADORA

José de Brito Lourenço Junior, Doutor - Orientador
Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA
Universidade do Estado do Pará - UEPA/CCNT

André Guimarães Maciel e Silva, Doutor - 1º Examinador
Universidade Federal do Pará - UFPA

Felipe Nogueira Domingues, Doutor - 2º Examinador
Universidade Federal do Pará - UFPA

Cristian Faturi, Doutor - 3º Examinador
Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

Israel Hidenburgo Aniceto Cintra, Doutor - 4º Examinador
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

**Ficha catalográfica preparada pela Seção da Catalogação e
Classificação da Biblioteca da UFRA**

Braga, Ermino

Degradabilidade ruminal de leguminosas tropicais e subprodutos da agroindústria / Ermino Braga; orientador José de Brito Lourenço Júnior - 2010.

103f.:il.

Tese (Doutorado em Ciências Agrárias/Agroecossistemas da Amazônia) - Universidade Federal Rural da Amazônia/Embrapa Amazônia Oriental, Belém, 2010.

1 Ovinos - degradabilidade ruminal – 2. Ovinos - matéria seca - 3. Ovinos - proteína bruta - 4. Fibra em detergente neutro - 5. Leguminosas - 6. Agroindústria – subprodutos. I. Título.

CDD - 636.30981

SALMOS

PODER E JUSTIÇA DE DEUS

1 Salmo. Canto. Para o dia de sábado.

Cap. 91, 1-16

Bom é louvar ao Senhor, e cantar salmo ao teu nome, ò Altíssimo;
Para publicar pela manhã a tua misericórdia, e a tua verdade pela noite.

Com o saltério de dez cordas; com cântico, ao com da cítara.

Porquanto me deste prazer, Senhor, na tua feitura; e nas obras das tuas mãos me
regozijarei.

Quão magníficas são, Senhor, as tuas obras! Extremadamente profundos são os teus
conselhos.

O varão insensato não conhecerá, e o néscio não compreenderá estas cousas.

Apenas se deixarão ver os pecadores como a erva, e aparecerão todo os que obram
iniquidade quando perecerão pelo século do século.

Mas tu, Senhor, és eternamente o Altíssimo.

Pois eis aqui os teus inimigos, Senhor, eis aqui que os teus inimigos perecerão; e serão
dissipados todos os que obram iniquidade.

E será exaltada a minha força como a do unicórnio; e a minha velhice com a abundância de
misericórdia.

E os meus olhos olharam com desprezo para os meus inimigos, e os meus ouvidos o
castigo dos malignos que se levantam contra mim.

O justo como palma florescerá; como cedro do Líbano se multiplicará.

Plantados na casa do Senhor, florecerão nos átrios da casa do nosso Deus.

Ainda se multiplicarão em velhice abundante; e estarão cheios de vigor.

Para anunciar que é reto o Senhor, nosso Deus, e que não há injustiça nele.

DEDICO

Aos meus pais Sebastião Lima Braga e Maria Ermina Braga (In memorian).

À minha esposa Idenice, pelo convívio, incentivos e pelos nossos filhos.

Aos meus filhos Cristiana, Ermino Filho, Maurício Augusto, Ricardo Alexandre e Ana Izabella, pela felicidade de tê-los, como parte de minha vida, graças à Deus.

Aos meus primos-irmãos Toinho Braga Vieira, Edilson Braga Vieira e Cilinha Braga Vieira, pela amizade, companheirismo, incentivo e contribuição pela minha formação cultural (In memorian).

À minha prima-irmã Cristina Braga Vieira, pela minha alfabetização, pelos meus primeiros passos na aprendizagem e pelos seus atuais 95 anos de idade.

Ao meu irmão Erlindo Braga, pelo incentivo e apoio.

Aos meus tios Lima Braga, Ester Braga, Mozinha Braga e Odete Braga (In memorian) pela minha educação, pelos ensinamentos com o respeito aos meus semelhantes e pelas lições, para fortalecer a união familiar

À todos os meus ancestrais, que deram origem á FAMÍLIA CARCARÁ, constituída pelas famílias Sanches Carvalho, Gonçalves, Claro, Rêgo, Bastos de Oliveira, Costa Braga, Braga Bastos, Oliveira Braga, Oliveira Bastos, Vieira Braga, da cidade de Saboeiro, nos sertões dos Inhamuns, do Estado do Ceará, e pela geração da grande família e da família grande, da qual somos parte.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por permitir-me nascer e manter-me vivo para servi-Lo, por dotar-me de inteligência, para vencer todas as etapas da minha vida, da minha formação profissional e cultural, e de minhas atividades acadêmicas.

Ao Prof. Dr. José de Brito Lourenço Júnior, pela aceitação de ser meu orientador, pelos seus conhecimentos, ensinamentos, dedicação, autonomia e confiança depositadas, em minha pessoa, para realização deste estudo.

Ao Prof. Dr. Cristian Faturi, pela sua participação como membro das Bancas de Qualificação e Defesa da Tese de Doutorado, pelos seus conhecimentos, observações, ensinamentos, orientações e contribuições, para que este trabalho alcançasse os seus objetivos propostos.

Ao Prof. Dr. Ari Pinheiro Camarão, pela sua participação como membro da Banca de Qualificação e esclarecimentos, para melhoria do contexto geral do tema estudado, e pelas suas sugestões e contribuições.

Ao Prof. André Guimarães Maciel e Silva, pela participação nas Bancas de Qualificação e Defesa da Tese de Doutorado, anotações esclarecedoras, contribuições textuais e críticas positivas, para melhoria do atual estudo.

Ao Prof. Dr. Felipe Nogueira Domingues, pela participação como membro da Banca de Defesa da Tese de Doutorado, contribuições, sugestões e melhoria do atual trabalho.

Ao Prof. Dr. Israel Hidenburgo Aniceto Cintra, pela aceitação na participação como membro da Banca de Defesa da Tese de Doutorado, esclarecimentos, sugestões propostas e melhoria na apresentação do presente estudo.

À minha filha, Ana Izabella Sampaio Braga, meu singular e especial agradecimento, por permitir-me atender todas as obrigações acadêmicas impostas pelas disciplinas cursadas e trabalho de pesquisa conduzido, na digitação de textos, construção de slides e outros temas, pela sua paciência, sacrifício e dedicação em ajudar-me, obrigado, muito obrigado, obrigadíssimo.

À Coordenação do Curso de Doutorado em Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural da Amazônia, na pessoa do seu coordenador Prof. Dr. Roberto Cezar.

Ao meu irmão Erlindo Braga, por ceder área de sua Fazenda Inhamuns, no município de Concórdia, no Estado do Pará, para plantio de leguminosa forrageira, alimento componente deste estudo.

Ao Prof. Dr. Sueo Numazawa, Magnífico Reitor da Ufra, pelo apoio e incentivo nessa difícil jornada.

À CAPES por disponibilizar recursos financeiros, com o fim de viabilizar a realização do meu projeto de doutorado.

Ao Médico Veterinário, Fernando, do quadro do HOVET da UFRA, pelas cirurgias ruminais realizadas nos ovinos experimentais e pela assistência clínica prestada.

Ao Prof. Dr. Luis Fernando, por disponibilizar as instalações do Centro de Pesquisa de Caprinos e Ovinos do Pará (CPCOP/ ISPA/UFRA), com baias para uso dos ovinos fistulados no rúmen.

Ao funcionário José Márcio, da empresa AC Cardoso, à disposição do CPCOP/ISPA/UFRA, pela sua dedicação no manejo e alimentação dos animais experimentais, higiene das instalações e cooperação na coleta de dados, na fase de trabalho de campo.

Aos graduandos Arilson, David, Claudilene, Ierecê do Curso de Graduação de Zootecnia da UFRA, pelas suas contribuições, nas fases experimentais, de campo e análises no Laboratório de Nutrição Animal (LANA/ISPA/UFRA).

Ao Graduando do curso de Medicina Veterinária da UFRA, Paulo Amorim, pelas sua contribuição nas fases experimentais com os ovinos fistulados e pelos vídeos gravados.

À Prof^ª. Maria Amélia e ao Prof. Cândido Neto, pelas suas colaborações nas aulas de Forragicultura e Nutrição Animal dos Cursos de Graduação de Medicina Veterinária e Agronomia da UFRA.

Ao funcionário Ricardo do Laboratório de Nutrição Animal (LANA/ISPA/UFRA), pelo apoio nas análises de laboratório.

Ao Prof. Galati, colega de UFRA e de Doutorado, pelo seu apoio e incentivos para a conclusão de meu doutorado e a todas as minhas atividades na pós-graduação.

Aos colegas de doutorado, turma de 2009 da UFRA, pelo convívio e realizações nas árduas atividades das disciplinas cursadas.

Aos Professores Antônio Cordeiro, Alfredo Yared, Roberto Cezar, Benedito Gomes, Izildinha, Ismael, Maria Marly, pela realização das disciplinas, que contribuíram para a minha formação no doutorado.

Ao Prof. Dr. Paulo Contente da UFRA, pela sua contribuição na análise estatística deste trabalho.

Aos colegas doutorandos e atuais professores da UFRA Carlos André e Nilson, companheiros de jornadas nas disciplinas, pela cooperação em atividades no curso, além de meus incentivadores.

Aos colegas professores da UFRA, aos que ocupam cargos e funções administrativas e acadêmicas, aos servidores da UFRA, todos que direta ou indiretamente me incentivaram e contribuíram para a realização e concretização do meu doutorado.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Ermino Braga - nascido em 12 de dezembro de 1940, na cidade de Saboeiro, Estado do Ceará, Bacharel em Medicina Veterinária, primeira turma formada pela Faculdade de Veterinária do Ceará (março de 1967), pertencente atualmente a Universidade Estadual do Ceará (UECE), Médico Veterinário da ACAR-MA, atual EMATER (1967-1972) e da Secretaria de Agricultura do Estado do Pará – SAGRI (1972-1973). Professor da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará - FCAP, atual UFRA (a partir de março de 1973). Professor Pioneiro do curso de Medicina Veterinária da FCAP (a partir de 1973). Especialização em Forragicultura e Nutrição Animal pela Universidade Federal de Viçosa, MG (fevereiro de 1974). Magister Scientiae em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa-MG (maio de 1977). Coordenador do Curso de Especialização em Zootecnia (1978 à 1980) e do Curso de Especialização em Produção Animal (1980 à 1982) da FCAP. Chefe de Departamento de Zootecnia da FCAP (1980 a 1988). Chefe de Gabinete da FCAP (novembro de 1996 a dezembro de 2000). Elaborador e Coordenador do Projeto de Implantação do Curso de Graduação de Zootecnia da FCAP (2000). Fundador do Curso de Graduação de Zootecnia da FCAP, atual UFRA (2000). Coordenador da implantação da Grade Curricular do Curso de Graduação de Zootecnia da FCAP (2001 a 2005). Primeiro Coordenador do Curso de Graduação de Zootecnia da FCAP (2000 a 2005). Coordenador do Curso de Graduação de Zootecnia em Parauapebas (2004-2005). Elaborador do Projeto Político Pedagógico que aprovou o Reconhecimento do Curso de Graduação de Zootecnia da UFRA, em março de 2005. Membro Estatuinte da Comissão Elaboradora do Estatuto da UFRA (2005). Membro da Comissão de Elaboração do Regimento Geral da UFRA (2005). Aprovado em novembro de 2008 para cursar o Doutorado em Ciências Agrárias na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). Até a presente data, participou como autor e co-autor de mais de quarenta trabalhos de pesquisa, publicados em boletins, revistas, congressos e periódicos. Atualmente, Professor Adjunto IV da UFRA, lotado no Instituto da Saúde e Produção Animal (ISPA).

DEGRADABILIDADE RUMINAL DE LEGUMINOSAS TROPICAIS E SUBPRODUTOS DA AGROINDÚSTRIA

RESUMO - Na degradação considerou-se os tempos de 12; 24; 36; 48; 72 e 96 horas para cada grupo de alimentos incubados, em sacos de náilon. Foram avaliadas as frações **a**, **b**, **c** e **kd**, de cinco subprodutos e três leguminosas tropicais. Este experimento objetivou a determinação da degradabilidade ruminal da MS, PB e FDN de subprodutos e de leguminosas tropicais, em ovinos fistulados no rúmen. Foram utilizados quatro ovinos, submetidos a dieta volumosa básica. As degradabilidades efetivas da matéria seca (MS) das leguminosas foram, respectivamente, 35,55; 28,66 e 35,12% (55 dias à 5%/h) e 49,46; 24,71 e 43,46% (75 dias à 5%/h), respectivamente, proteína bruta (PB) foram de 67,40; 46,18 e 74,97% (55 dias à 5%/h) e de 67,51; 30,39 e 71,56 (75 dias à 5%/h) e da fibra em detergente neutro (FDN), respectivamente, de 18,03; 11,27 e 26,22% (55 dias à 5%/h) e de 26,68; 9,78 e 26,22% (75 dias à 5%/h). A *Cratylia argentea* apresentou maiores valores para a fração solúvel **a** da MS (27,80%), da fração insolúvel **b** da FDN (59,10%) e da fração insolúvel **b** da PB (28,94%) e elevada taxa para a fração de degradação **kd** da MS (7,23%/h). A *Flemingia macrophylla* (Willd.) Merrill apresentou os mais elevados valores para as frações indegradáveis **c** da MS (67,45%), **c** da FDN (70,58%) e **c** da PB (60,34%), e baixo valor para a fração insolúvel **b** da PB (13,33%), além de menor taxa para a fração **kd** (1,53%/h). A *Stylosanthes guyanensis* cv Campo Grande Embrapa apresentou elevados valores para a fração solúvel **a** da PB (65,66%), para a fração insolúvel **b** da MS (51,27%), para a fração insolúvel **b** da FDN (58,71%), bem como alta taxa para a fração **kd** (7,5%/h). As leguminosas *Cratylia* e *Stylosanthes* estudadas, por apresentarem altos valores de degradação das frações **a** e **b** da PB e da fração **b** da FDN, pode ser recomendada para formação de banco de proteína e suplementação alimentar, enquanto a *Flemíngia*, pelos elevados valores da fração indegradável **c** da MS, PB e FDN, sofre restrição para compor dietas de ruminantes. As degradabilidades efetivas da MS dos subprodutos foram, respectivamente, 53,39; 63,39; 58,37; 62,63 e 36,88% (5%/h); da PB, respectivamente, de 68,94; 65,94; 71,86; 67,81 e 48,64% (5%/h), da FDN, respectivamente, de 19,92; 38,79; 39,64; 47,21 e 22,71% (5%/h). O farelo de algodão apresentou elevado valor para a fração insolúvel **b** da MS (52,55%) e menor taxa para a fração de degradação **kd** (2,84%/h). O resíduo de cervejaria úmido apresentou o menor valor para a fração solúvel **a** (29,4%) e menor taxa para a fração **kd** (5,23%/h). A torta de babaçu apresentou valor de 51,33% para a fração insolúvel **b** da PB e a menor taxa para a fração **kd** (3,34%/h). O farelo de dendê apresentou elevado valor para a fração indegradável **c** da FDN (31,84%) e elevada

taxa para a fração **kd** (7,37%/h). O farelo de coco apresentou os mais elevados valores para a fração solúvel **a** da MS (42,81%) e para a fração indegradável **c** da FDN (22,31%). Os subprodutos estudados demonstraram elevados valores de degradação das frações **a** e **b** da PB e da fração **b** da MS e FDN, sendo recomendados na formulação de rações para ruminantes.

Palavras-chave: Ovinos, agroindústria, subprodutos, leguminosas tropicais, degradabilidade ruminal “*in situ*”, matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, frações.

RUMINAL DEGRADABILITY OF TROPICAL LEGUMES AND BY-PRODUCTS OF AGRINDUSTRY

ABSTRACT – This experiment carried out objective to determine the degradability of the dry matter (DM), crude protein (CP), and neutral detergent fiber(NDF) contained in the tropical legumes samples and by-products proceeding from agrindustry, by ruminal degradability. The ruminal degradability of the fractions **a**, **b**, **c** and **kd** were determined by using the *in situ* incubation in sheeps. For evaluation of the ruminal degradability were used four sheeps, males, whole, with average weight live of 54 kg, were fed a diet containing 60% of elephantgrass, 40% of the legumes *Cratylia argentea* , and 400 grams/ animal/ day of concentrade, contend 18 % of crude protein , distributed at 8 and 14 hours.For the degradability of the feeds in rumen ,were considered; 12, 24, 36, 48, 72 and 96 hours for each group of feeds in the bags of **nylon**. Three legumes were studied: *Cratylia*, *Flemingia* and *Stylosanthes*,with ages of 55 and 75 days. The effective degradability of the DM, for the passage ratio of 5% an hour, were, in order, 35,55; 28,66 e 35,12% (55 days of 5%/h) and 49,46; 24,71 e 43,46% (75 days at 5%/h), and for the CP, were , in order, 67,40; 46,18 and 74,97% (55 days at 5%/h) and 67,51; 30,39 and 72,56 (75 days at 5%/h) and for the NDF, were, in order, 18,03; 11,27 e 26,22% (55 days at 5%/h) and 26,68; 9,78 e 23,79% (75 days at 5%/h). The *Cratylia* presented high value (27,80%) for the fraction **a** of the DM, the higher value (59,11%) for the fraction **b** of the NDF and the higher value (28,74%) for the fraction **b** of the CP and high value (7,23%/h) for the rate **kd** of DM. The *Flemingia macrophylla* (Willd.) Merril presented the higher value (67,45%) for the indegradable fraction **c** of DM; low value (13,33%) for the fraction **b** of the CP and law value (1,53%/h) for the rate **kd** and high value (70,58%) for the indegradable fraction **c** of the NDF, hight value(60,34) for the indegradable fraction **c** of the CP. The *Stylosanthes guyanensis cv Campo Grande* (Embrapa) presented the higher value (65,66%) for the fraction **a** of the CP; high value (51,27%) for the fraction **b** of DM; high value (58,76%) for the fraction **b** of the NDF and high value (7,5%/h) for the rate **kd**. The legumes *Cratylia* e *Stylosanthes* studied presented high degradability for the fractions **a** and **b** of the CP and for the fraction **b** of FDN, may recommended for ratio formulation and supply diet and bank of protein, but with restrictions for the legumes *Flemingia macrophylla* (Willd) Merryl with high values on indegradable fraction **c** for the DM, CP and NDF. Five by-products were studied: cottonseed meal, babassu meal, palm meal, coconut meal and wet brewer's residue. The effective degradability for the DM, were, in order, 53,39; 63,39; 50,37; 62,69 and 36,88% (5%/h); for

the passage ratio of 5% an hour, and for the CP, were, in order, 68,94; 65,94; 81,86; 67,81 and 48,64% (5%/h), and for the NDF, were , in order, 19,92; 38,79; 39,64; 47,21 and 22,71% (5%/h), for the same passage ratio. The cottonseed meal presented high value “ 52,53%” for the fraction **b** of MS and low value (2,84% an hour) for the rate **kd**. The wet brewer’s residue presented low value (29,04%) for the fraction **a** of the PB, and high rate (5,23% an hour) for the rate **kd**. The babassu meal presented high value (51,33%) for the fraction **b** for the PB and low rate (3,34% an hour) for the rate **kd**. The palm meal presented high value (31,84%) for the fraction **c** of the NDF and high value (7,37% an hour) for the rate **kd**. The coconut meal presented high value (42,81%) for the fraction **a** of the DM and high value (22,31%) for the fraction **c** of the NDF. The by products studied presented high values of degradability for the fractions **a** and **b** of the CP and for the fraction **b** of the DM and are recommended for ration formulation of ruminants.

Key words: Sheeps, agrindustry, by-products, tropical legumes, ruminal degradability, *in situ*, dry matter, crude protein, neutral detergent fiber, fractions.

SUMÁRIO

	RESUMO	
	ABSTRACT	
1	DEGRADABILIDADE RUMINAL DE LEGUMINOSAS TROPICAIS E SUBPRODUTOS DA AGROINDÚSTRIA	20
1.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	20
1.2	REFERENCIAL TEÓRICO	23
1.2.1	Leguminosas na alimentação de ruminantes	23
1.2.2	Subprodutos da agroindústria na alimentação de ruminantes	26
1.2.3	Degradabilidade da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro	31
1.2.4	Valor do ph ruminal	38
1.2.5	Produção de nitrogênio amoniacal no rúmen	39
1.2.6	Taxa de passagem ruminal	41
	REFERÊNCIAS	43
2	DEGRADABILIDADE RUMINAL DE LEGUMINOSAS TROPICAIS	54
	RESUMO	54
	RUMINAL DEGRADABILITY OF TROPICAL LEGUMES	55
	ABSTRACT	55
2.1	INTRODUÇÃO	56
2.2	MATERIAL E MÉTODOS	57
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
2.4	CONCLUSÕES	70
	REFERÊNCIAS	71
3	DEGRADABILIDADE RUMINAL DE SUBPRODUTOS DA AGROINDÚSTRIA	76
	RESUMO	76
	RUMINAL DEGRADABILITY OF THE AGRINDUSTRY BY-PRODUCTS	77

	ABSTRACT	77
3.1	INTRODUÇÃO	78
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	80
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	82
3.4	CONCLUSÕES	95
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	96
	REFERÊNCIAS	98

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** Composição química de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, lignina, digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), proteína bruta (PB) e tanino de leguminosas tropicais. 25
- Tabela 2** Composição química de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), cinzas (CZS), nitrogênio indigerível na fibra em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio indigerível na fibra em detergente ácido (NIDA) do farelo de algodão. 27
- Tabela 3** Composição química de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), cinzas (CZS), nitrogênio indigerível na fibra em detergente neutro (FIDN) e nitrogênio indigerível na fibra em detergente ácido (NIDA) da torta de babaçu. 28
- Tabela 4** Composição química de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG) e cinzas (CZS) do farelo de dendê. 29
- Tabela 5** Composição química de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG) e cinzas (CZS) do farelo de coco. 30
- Tabela 6** Composição química de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), cinzas (CZS), nitrogênio indigerível na fibra em detergente neutro (FIDN) e nitrogênio indigerível na fibra em detergente ácido (NIDA) do resíduo de cervejaria úmido. 30

Tabela 7	Composição química dos nutrientes do experimento, como dieta básica e seus valores em matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), em %.	58
Tabela 8	Composição química de nutrientes na folha das leguminosas estudadas, e seus valores em matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina insolúvel em detergente ácido (LIDA), cinzas (CNZ), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIND) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NINA), em %.	60
Tabela 9	Fração solúvel (a), fração insolúvel (b), fração indegradável (c), taxa de degradação (kd), degradabilidade potencial (DP), degradabilidade efetiva (DE) da matéria seca (MS) de leguminosas tropicais, para taxas de passagem de 2%, 5% e 8 %/h e coeficientes de variação (CV).	62
Tabela 10	Fração solúvel (a) fração insolúvel (b), fração indegradável (c), taxa de degradação (kd), degradabilidade potencial (DP), degradabilidade efetiva (DE) da proteína bruta (PB) de leguminosas tropicais para taxas de passagem de 2%, 5% e 8 %/h e coeficientes de variação (CV).	64
Tabela 11	Fração solúvel (a), fração insolúvel (b), fração indegradável (c), taxa de degradação (kd), degradabilidade potencial (DP), degradabilidade efetiva (DE) da fibra em detergente neutro (FDN) de leguminosas tropicais para taxas de passagem de 2%, 5% e 8 %/h e coeficientes de variação (CV).	66

Tabela 12	Composição química dos nutrientes do experimento, como dieta básica e seus valores em matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), em %.	80
Tabela 13	Composição química de nutrientes dos subprodutos da agroindústria estudados, e seus valores em matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), cinzas (CNZ), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIND) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NINA), em %.	83
Tabela 14	Fração solúvel (a), fração insolúvel (b), fração indegradável (c), taxa de degradação (kd), degradabilidade potencial (DP), degradabilidade efetiva (DE) da matéria seca (MS) dos subprodutos da agroindústria, para taxas de passagem de 2%, 5% e 8 %/h e coeficientes de variação (CV).	85
Tabela 15	Fração solúvel (a) fração insolúvel (b), fração indegradável (c), taxa de deagração (kd), degradabilidade potencial (DP), degradabilidade efetiva (DE) da proteína bruta (PB) dos subprodutos da agroindústria para taxas de passagem de 2%, 5% e 8 %/h e coeficientes de variação (CV).	89
Tabela 16	Fração solúvel (a) fração insolúvel (b) fração indegradável (c), taxa de degradação (kd), degradabilidade potencial (DP), degradabilidade efetiva (DE) da fibra em detergente neutro (FDN) dos subprodutos da agroindústria.	93

1 DEGRADABILIDADE RUMINAL DE LEGUMINOSAS TROPICAIS E SUBPRODUTOS DA AGROINDÚSTRIA

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A pecuária é considerada uma das principais atividades do agronegócio na Amazônia, principalmente no sistema de exploração de ruminantes, e tem merecido destaque no desenvolvimento da região. Nos últimos anos, a pecuária deixou de ser, apenas, uma atividade de grandes produtores, e passou a ser atividade atrativa de pequenos e médios produtores, com diversificação na produção de leite pelos grandes ruminantes e na produção de carne pelos pequenos ruminantes.

O Estado do Pará tem na atividade agropecuária um importante fator de crescimento econômico e entre as atividades que merecem destaque, tendo em vista a sua marcada expansão, surge a exploração racional de ruminantes, cuja grande vantagem está na oferta de proteína animal, comércio de pele, com positiva utilização no âmbito industrial, e na concreta indução da auto-sustentação de pequenos, médios e grandes proprietários.

Como fator de desenvolvimento socioeconômico e estratégia de promoção e fixação do homem no campo, a pecuária tem merecido destaque, por ser atividade lucrativa e com liquidez do capital investido. Explorada, predominantemente, para a produção de carne, poderá constituir-se em importante fonte de renda e efetiva contribuição para a melhoria do padrão econômico rural, destacadamente em inúmeras localidades dos estados do norte do país. Essa atividade, aliada ao uso de tecnologias, que maximizem a produção, escolha do adequado sistema de produção e cuidados especiais, tais como nutrição, sanidade e reprodução, certamente, possibilitará maiores ganhos, em termos desempenho do rebanho.

A sustentabilidade da pecuária, associada ao desenvolvimento econômico e ambiental do agronegócio de ruminantes, tem uma dependência de acesso dos pecuaristas ao conhecimento das técnicas de produção animal. Sem dúvida, a exploração racional desses animais torna-se atividade mais lucrativa, com melhor uso do solo e, conseqüente, maior produção de carne e leite/hectare/animal, associada, principalmente, com adequada utilização da nutrição animal. Esse sistema produtivo melhorado, quando disponibilizado aos produtores, constitui instrumento para incremento da produção e elevação da renda.

O desenvolvimento e a sobrevivência de gramíneas forrageiras no Trópico Úmido estão sempre limitados pela deficiência de nutrientes no solo. Uma das formas de suprir essa carência é melhorar a sua produtividade, pela adubação química, ou pela incorporação de nitrogênio, fixado por leguminosas, através de bactérias do gênero *Rizobium*, presentes no seu sistema radicular. A presença dessas forrageiras nas pastagens tropicais promove elevação da produção de carne e leite, além da incorporação ao solo de nitrogênio molecular atmosférico, via fixação biológica, o que contribui para balancear o ciclo desse componente no ecossistema.

As leguminosas forrageiras arbustivas, particularmente nos Trópicos, produzem mais biomassa que as herbáceas, são mais tolerantes a seca, além de apresentarem capacidade de rebrota e oferta de forragem de boa qualidade, o ano inteiro. Entretanto, em pastagens com gramíneas, à medida que o vegetal amadurece, ocorre decréscimo de proteína, que limita o consumo animal, fato que pode ser contornado pela suplementação com leguminosas, que além de conterem níveis superiores de proteína, apresentam decréscimos relativamente pequenos no teor protéico, com o processo de maturação.

A baixa produção bovina nos trópicos pode ser atribuída essencialmente a nutrição inadequada, resultante da sazonalidade característica da produção forrageira, que reflete a qualidade da pastagem. A estratégia de produção de carne e leite, em condições exclusivamente com gramíneas forrageiras, talvez não seja economicamente viável, portanto, há necessidade de suplementação alimentar, com alternativas de uso de leguminosas tropicais e subprodutos da agroindústria.

Na Amazônia Oriental, devido ao período de estiagem, que provoca escassez de forragens e redução de sua qualidade, além da crescente demanda por melhorias em produtividade e competitividade no setor agropecuário, a produção de suplementos, de baixo custo, dentre os quais se destacam as leguminosas arbustivas, adaptadas à região, constitui um grande passo para o desenvolvimento dos sistemas de produção animal. Também é necessária a suplementação alimentar com subprodutos agroindustriais, a fim de se elevar os índices produtivos, através de estratégias de suplementação adequada, para elevar o consumo e a digestibilidade da dieta.

Significativa parte dos pecuaristas na Amazônia, não utiliza as inovações tecnológicas disponíveis para suplementação alimentar de seus rebanhos, no período crítico, disponibilizados pelos subprodutos da agroindústria, como farelo de dendê, torta de babaçu, farelo de coco, farelo de algodão, farelo de soja. Poucos usam leguminosas em de bancos de proteína, ou fornecido triturado no cocho, essenciais em qualquer sistema intensivo de

produção pecuária. As leguminosas constituem importante fonte de nutrientes na alimentação de ruminantes, contudo o seu valor nutricional, em alguns estudos, aparece como fator limitante. Pesquisas têm demonstrado que para o melhor entendimento há necessidade de se avaliar os efeitos positivos e negativos da sua composição química.

Dessa forma, este trabalho visa gerar informações, avaliar a composição química de leguminosas e de subprodutos da agroindústria, determinar as frações de degradabilidade da matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, além das degradabilidades potencial e efetiva.

Finalmente, na primeira parte da tese, no “Referencial teórico”, descreve-se as leguminosas e subprodutos na alimentação de ruminantes, degradabilidade da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro, pH ruminal, nitrogênio amoniacal ruminal e estimativa de taxa de passagem de alimento no rúmen. Na segunda parte, em “Degradabilidade ruminal de leguminosas tropicais”, são apresentados os resultados das análises sobre a composição química, degradabilidade da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro, além da estimativa da degradabilidade potencial e efetiva das leguminosas *Cratylia argentea*, *Flemingia macrophylla* (Wild) Merrill e *Stylosanthes guyanensis* cv Campo Grande (Embrapa). Na terceira parte, em “Degradabilidade ruminal de subprodutos da agroindústria”, estão apresentados a composição química, degradabilidade da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro, além de estimativas das degradabilidades potencial e efetiva de subprodutos da agroindústria, tais como: farelo de algodão, torta de babaçu, farelo de dendê, farelo de coco e resíduo de cervejaria úmido.

1.2 REFERENCIAL TEÓRICO

1.2.1 Leguminosas na alimentação de ruminantes

As leguminosas tropicais estão incluídas na subfamília Papilionaceae, família Leguminosae. Destacam-se, com maior ocorrência e nos solos brasileiros (GODOY, 2007;) com potencial forrageiro, os gêneros *Stylozanthos*, *Desmodium*, *Centrosema*, *Calopogonium*, *Cajanus*, *Glycine*, *Medicago*, *Trifolium*, *Macroptilium*, *Stizolobium*, *Dolichus*, *Lotus*, *Gliricidia*, *Leucaena* e *Pueraria*. Esses gêneros são representados pelas espécies forrageiras *Cajanus flavus* (guandu-arbustiva), *Centrosema pubescens* (jitirana-arbustiva), *Calopogonium mucoides* (calopogônio-herbácea), *Dolichos lab-lab* (lab-lab herbácea), *Glycine wightii* (glicina - herbácea cv. Tinaroo), *Lotus corniculatus* (cornichão-herbácea), *Macroptilium atropurpureum* (siratro-herbácea), *Medicago sativa* (alfafa- herbácea), *Pueraria phaseoloides* (puerária -herbácea), *Stylosanthes hamata* (estilosante-semi-arbustiva), *Stylosanthes capitata* (estilosante-semiarbustiva), *Stylosanthes macrocephala* (estilosantes-semiarbustiva), *Leucaena leucocephala* (leucena-arbustiva) e *Trifolium hybridum* (trevo híbrido, semiarbustivo).

No grupo de leguminosas forrageiras tropicais, a *Cratylia argentea*, cuja taxonomia é definida como família Leguminosae, subfamília Papilionoideae, tribo Phaseoleae, subtribo Diocleinae, gênero *Cratylia*, espécie *Cratylia argentea* (arbustiva), é um arbusto nativo da Amazônia, da parte central do Brasil e de áreas do Peru, Bolívia e noroeste da Argentina. É caracterizada por sua ampla adaptação a zonas tropicais, com secas prolongadas e solos ácidos de baixa fertilidade e, nessas condições, possui bom rendimento de forragem e tem a capacidade de rebrotar durante o período seco, devido ao seu desenvolvido e vigoroso sistema radicular. Por outro lado, produz sementes abundantemente e seu estabelecimento é relativamente rápido, quando as condições edafoclimáticas são adequadas (MAASS, 1995).

Outra leguminosa, a *Flemingia macrophylla* (Willd) Merrill, é exótica, originária da Ásia, cultivada na Amazônia, Peru, Bolívia e Colômbia, cuja taxonomia é definida como família Leguminosae, subfamília Papilionoideae, família Fabaceae, subfamília Faboideae, gênero *Flemingia*. Pode atingir até 3 m de altura e possui hábito de crescimento que varia do ereto ao prostrado, contém na folha e talhos finos (AVIZ, 2007). Também, há a leguminosa *Stylosanthes guyanensis* cv Campo Grande (Embrapa) de crescimento decumbente, com

origem nas pesquisas da Embrapa Gado de Corte, em Mato Grosso do Sul, composta por duas espécies de leguminosa, *Stylosanthes capitata* (80%), de crescimento cespitoso, e *Stylosanthes macrocephala* (20%), de crescimento decumbente, existente na Amazônia, nordeste brasileiro, cerrado, pantanal do sudeste e sul do país, e foi desenvolvida pela Embrapa Pantanal (GODOY, 2007)

Em estudos com leguminosas arbustivas na Colômbia, após corte de uniformização, com idade de 90 dias, Lascano (1995) demonstrou teor de proteína de 23,3%, para *Cratylia argentea*, 25,45% para *Gliricidia sepium* e, 26,50% para *Leucaena leucocephala*. Xavier, Carvalho e Botrel (1990) relataram que a degradabilidade “*in vitro*” da matéria seca (DIVMS) da *Cratylia argentea* é superior a da *Cratylia calothyrsus* (41%) e inferior a da *Gliricidia sepium* (51%) e *Leucaena leucocephala* (53%). Em trabalhos conduzidos por Lascano (1995), a digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca (DIVMS) da *Cratylia argentea* foi superior a da *Flemingia macrophylla* (Willd) Merrill, o que deve estar associado ao seu menor conteúdo de taninos condensados, e a *Cratylia argentea*, devido ao elevado teor protéico e menor nível de tanino apresenta-se como excelente fonte de nitrogênio fermentável pelos microrganismos ruminais (WILSON e LASCANO, 1997).

Com ovinos, em teste de consumo e digestibilidade, Santos (2007) encontrou produção de amônia ruminal de 3,0 vs. 7,5 mg/ dL, um fluxo de proteína microbiana de 3,3 vs 5,5 mg/dL, em comparação com dieta com gramíneas, e teores de tanino condensados de 1,01 a 1,51%, de acordo com os níveis de 25 a 100% na dieta com *Cratylia argentea*. Na mesma leguminosa, Aroeira et al. (2003) determinaram valores de 45,5%; 59,0%; 36,6%; 18,1%; 16,7% e 48,3%, respectivamente, para MS, FDN, FDA, celulose, lignina e DIVMS. Perdomo (1991) menciona teores de 23,3% de PB e 0,2% de tanino, cujo valor está abaixo de 4,0%, limite máximo estabelecido para o funcionamento normal do rúmen e que não afeta a digestibilidade, em ovinos.

Em pesquisa com a leguminosa *Flemingia macrophylla* (Willd) Merrill, Anderson et al. (2003) encontraram teores entre 11 e 18% de PB nas folhas, enquanto Budelman e Siregar (1997), coeficiente de degradabilidade “*in vitro*” de 25 a 40%, e na planta, com 56 dias de idade, a PB variou entre 14,69% e 17,68%, e elevado teor de tanino, com cerca de 8%. Ao trabalhar com a leguminosa Flemingia, Aviz (2007) relata na sua composição química teor de 25,80% de PB e 1,37% de tanino condensado. Essa baixa concentração pode resultar em vantagens como uma menor degradação de proteína no rúmen (KAITHO et al., 1988). Na Tabela 1, estão as composições químicas de leguminosas tropicais.

Tabela 1- Composição química de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, lignina, digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS), proteína bruta (PB) e tanino de leguminosas tropicais, em % de MS.

Espécie	MS	FDN	FDA	Celulose	Lignina	DIVMS	PB	Tanino
<i>Stylosanthes guyanensis</i>	33,30	54,90	38,40	27,00	10,80	52,50	11,80	-
<i>Gliricidia sepium</i>	24,80	44,80	27,90	16,10	12,20	60,50	19,60	-
<i>Leucaena leucocephala</i>	24,30	42,60	28,30	16,20	12,70	56,20	28,90	-
<i>Cratylia argentea</i>	45,50	59,00	36,60	18,10	16,70	48,30	21,40	-
<i>M. alba</i>	43,60	45,30	29,60	20,50	6,40	60,00	14,80	-
<i>Cratylia argentea</i>	31,07	66,48	52,20	25,57	30,35	38,00	29,07	1,51
<i>Flemingia macrophylla</i> **	55,67	74,22	70,18	26,80	39,60	11,77	25,80	1,37
<i>S.Campo Grande</i> ***	36,7	56,1	39,3	-	8,53	-	18,0	1,25

Fonte: Aroeira et. al. (2003); Santos (2007). ** Aviz (2007); *** Godoy (2007).

As leguminosas que contêm tanino na sua composição química merecem avaliação da sua qualidade nutricional, para verificação da utilização dos seus nutrientes. De acordo com Makkar (2003) os taninos, que são polifenóis, agrupados como condensados e hidrolisáveis, têm a propriedade de ligar-se às moléculas de proteínas e carboidratos. A concentração moderada de taninos condensados, no rúmen, está relacionada à proteção da proteína da dieta contra a degradação pelos microrganismos ruminais (MIN et al., 2003). Dentre as leguminosas tropicais arbustivas como a *Cratylia argentea* e a *Flemingia macrophylla* (Willd) Merrill utilizadas como silagens e banco de proteínas, na alimentação de ruminantes, caracterizam-se por conterem tanino na sua composição, em teores entre 1,0 e 8,0% (AVIZ, 2007; LASCANO, 1995; SANTOS, 2007;).

Em estudo da silagem de sorgo com 1 e 2% de tanino, Molina et al. (2003) verificaram efeitos dos taninos somente sobre a degradabilidade potencial da matéria seca, entretanto, Campos, Saturnino e Sousa (2003) relataram redução na degradação ruminal da matéria seca e de proteínas de silagem de sorgo. Não foram mencionados prejuízos na digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro, em dietas de ovinos, quando a variação do tanino entre 1 e 8% e teores de lignina de 30,35 e 39,06, respectivamente, para *Cratylia argentea* e *Flemingia macrophylla* (Willd) Merrill (AVIZ, 2007; SANTOS, 2007).

Ao avaliar a degradabilidade de *Calliandra calothyrsus*, Rakhman et al. (2005) não verificaram relação no caso de fração fibrosa entre conteúdos de taninos condensados e degradabilidade da matéria seca e proteína bruta. As leguminosas com tanino condensado, entre 6,0 e 9,0% na matéria seca, produzem redução na digestibilidade ruminal da fibra, devido à complexação com a lignocelulose, que afeta os microrganismos celulolíticos (Mc SWEENEY et al., 2001).

Na degradação ruminal e síntese de proteína microbiana, em bovinos alimentados com silagem de sorgo, contendo tanino, suplementados com concentrado ou uréia, Oliveira et al. (2009) afirmaram que não foi possível estabelecer relação consistente entre a presença de tanino e parâmetros de degradação ruminal, com período de incubação de 6 a 96 horas.

1.2.2 Subprodutos da agroindústria na alimentação de ruminantes

A produção e industrialização de várias culturas conduzem a geração de diversos subprodutos, que são fontes desequilibradas em nutrientes, entretanto com potencial na alimentação animal. Sua composição química está condicionada ao processo de obtenção, com grandes variações dentro no mesmo subproduto, em função de sua origem (PEREIRA et al., 2000; SILVA, 2007).

Com respeito à redução de emissão de gás metano, oriundos da fermentação ruminal, verifica-se que à medida que se aumenta a concentração desses subprodutos na ração de volumosos de ruminantes, ocorre diminuição considerável de metano (CH_4) na fermentação ruminal, pois o processo de fermentação de carboidratos de forrageiras gera maior produção de metano, via acetato. Entretanto, pode ocorrer diminuição de até de 35% de produção de metano no rúmen, com uso de certos subprodutos da agroindústria e plantas taníferas, na formulação da dieta (ABDALLA et al., 2008).

O algodão é uma fibra branca ou esbranquiçada obtida dos frutos de algumas espécies do gênero *Gossypium*, família Malvaceae. Há muitas espécies nativas das áreas tropicais da África, Ásia e América. A cultura do algodão (*Gossypium hirsutum*) origina o farelo e torta de algodão, na industrialização da semente dessa oleaginosa e resulta entre 70% e 90% de óleo e 10 a 30% de resíduos, respectivamente.

O farelo e a torta de algodão são os mais importantes resíduos da agroindústria nacional. Na industrialização da semente dessa oleaginosa resulta entre 70% e 90% de óleo e

de 10 a 30% de resíduos, que se destacam pela sua composição química, com 31 a 45% de PB, 70% de nutrientes digestíveis totais (NDT), 0,18 a 0,20% de cálcio (Ca), 0,80 a 1,0% de fósforo (P), 1,5% de extrato etéreo (EE) e 10,0 a 14,4% de fibra bruta (FB) (ANDRIQUETTO et al. 2000). Na Tabela 2 estão apresentadas composições químicas do farelo de algodão.

Tabela 2 - Composição química de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), cinzas (CZS), nitrogênio indigerível na fibra em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio indigerível na fibra em detergente ácido (NIDA) do farelo de algodão, em % de MS.

	MS	PB	EE	FDN	FDA	LIG	CZS	NIDN	NIDA
Rocha Júnior et al. (2003)	94,81	32,07	0,98	43,32	33,59	3,31	6,97	5,78	-
Malafaia et al. (1997)	89,43	47,46	1,16	33,07	21,61	15,04	-	-	-
Valadares Filho et al. (2006)	89,95	38,0	1,87	34,92	24,19	2,81	6,87	-	-
Marcondes et al. (2009)	90,72	38,35	0,91	21,68	10,93	-	-	2,95	16,80

O babaçu (*Orbignya phalerata*, Mart.) é uma planta da família das palmáceas Arecaceae, dotada de frutos drupáceos, com sementes oleaginosas e comestíveis, das quais se extrai óleo, empregado, sobretudo, na alimentação, além de ser alvo de pesquisas avançadas para a fabricação de biocombustíveis. Do broto, se extrai palmito de boa qualidade. Essa palmeira é muito comum no Maranhão, Piauí, Pará e Tocantins. Mas é no Maranhão que ela existe mais, sendo considerada uma planta nativa. A exploração do babaçu (*Orbigya speciosa* (Barb) produz a torta de babaçu, que é um subproduto da agroindústria, resultante da extração do óleo da amêndoa, com características de alimento fibroso e concentrado, com 93,23% MS; 15,28% de PB; 66,21% de FDN; 34,22% de FDA; 6,53% de EE; e 5,67% de cinzas (SILVA, 2007).

Recentes experimentos têm mostrado o potencial de utilização do farelo de babaçu, em substituição do farelo de soja, em dietas para ruminantes e, em pesquisa realizada com gado leiteiro, Almeida (2005) observou aumento na produção de leite e digestibilidade “*in vivo*” da matéria seca e proteína bruta, em dietas com farelo de babaçu para ovinos, em terminação. Ao adicionar esse resíduo na dieta de ovinos, Sousa Júnior, Oliveira e Alves (2007) verificaram menor desempenho de animais com elevadas exigências energéticas.

Um dos subprodutos advindos do processamento do babaçu é a torta de babaçu, que vem sendo amplamente utilizada na alimentação animal, devido ao seu baixo custo. No

entanto, são raros os trabalhos científicos para avaliar o real potencial de sua utilização na alimentação animal, conforme Tabela 3 (SILVA, 2007).

Tabela 3 - Composição química em matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), cinzas (CZS), nitrogênio indigerível na fibra em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio indigerível na fibra em detergente ácido (NIDA) da torta de babaçu, em % de MS.

Autor	MS	PB	EE	FDN	FDA	LIG	CZS	NIDN	NIDA
Silva (2007)	93,23	15,28	6,53	66,21	34,22	12,24	5,67	-	-
Souza et al. (2000)	91,45	20,03	8,19	-	-	-	4,66	-	-
Rocha Júnior et al. (2003)	95,45	16,48	1,14	78,68	68,66	3,89	-	-	-
Albuquerque (2006)	90,26	17,3	3,09	-	-	-	-	-	-
Valadares Filho et al (2006)	90,31	20,62	5,81	78,68	53,78	-	6,18	53,05	13,54
Xenofonte et al. (2008)	91,45	20,03	8,19	-	-	-	1,6	-	-

O dendezeiro (*Elaeis guineensis*), também conhecido como palmeira-de-óleo-africana, palma-de-guiné, palma, palmeira-dendém ou coqueiro-de-dendê, é uma palmeira originária da Costa Ocidental da África (Golfo da Guiné). A cultura do dendê (*Elaeis guineensis*) está em expansão na Região Norte, mas, não existem estudos sobre o fracionamento dos seus subprodutos, pela degradação ruminal. Do beneficiamento de dendê, para produção de óleo, por extração mecânica do óleo da amêndoa, resultam 30% de torta de dendê, com 11,95% de extrato etéreo (EE), 35,7% de MS; 14% de PB; 76,3% de FDN; 72,20% de FDA; 36% de celulose e 18% de lignina (RODRIGUES FILHO; CAMARÃO; LOURENÇO JUNIOR, 1993).

A cultura do dendê (*Elaeis guineensis*) tem o Estado do Pará como maior produtor nacional. O seu beneficiamento ocorre o ano inteiro para a produção de óleo, e gera 60 kg de fibra da polpa e 11 kg de sementes, que produzem 30% de torta por 100 kg de frutos (RODRIGUES FILHO; CAMARÃO; LOURENÇO JUNIOR, 1993).

Do beneficiamento de dendê para produção de óleo na Amazônia há disponibilidade de significativa quantidade de subprodutos, sob a forma de torta de dendê. Rodrigues Filho et al. (1993), estudando o dendê para alimentação animal citam que para cada 100 kg de frutos beneficiados na extração do óleo, obtém-se 60 kg de fibra da polpa e 11 kg de sementes e na industrialização por extração mecânica do óleo da amêndoa, resultam 30% de torta de dendê, contendo cerca de 14% de PB, 11,95% de EE e 60,5% de digestibilidade “*in vitro*” da matéria orgânica (DIVMO).

O uso da torta de dendê, em até 30% da substituição parcial de milho e farelo de soja, na ração de cabras em lactação, não alterou a digestibilidade aparente da matéria seca (SILVA; PIRES; SILVA, 2005). A inclusão de torta de dendê, em até 20% na matéria seca da ração, não afetou o desempenho de ovinos (RODRIGUES FILHO; LOURENÇO JUNIOR; BATISTA, 1992). Na Tabela 4 estão as características químicas de subprodutos do dendê.

Tabela 4 – Composição química de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG) e cinzas (CZS) do farelo de dendê.

Autor	MS	PB	EE	FDN	FDA	LIG	CZS
Silva et al. (2007)	91,61	14,78	6,22	80,42	46,43	4,64	4,07
Silva et al. (2005)	88,38	14,51	7,19	81,85	42,3	-	4,43
Rodrigues Filho et al.(1998)	89,52	13	11,1	-	-	-	4,2
Abdalla et al. (2008)	91	14	7	-	-	-	-
Carvalho et al. (2006)	89,2	15,9	5,2	78,9	50,6	-	-
Valadares Filho et al. (2006)	92,74	11,04	-	-	-	11,12	-

A cultura do coco (*Cocos nuciferae*) disponibiliza, em seu processo na agroindústria, o farelo de coco, que é um subproduto da moagem da polpa seca do coco, para extração do óleo, que contém 89,64% de MS, 23,38% de PB; 50,31% de FDN; 37,31% de FDA; e 9,36% de EE (VALADARES FILHO; MAGALHÃES; ROCHA, 2006).

Após a extração da fração lipídica da polpa do coco há produção de subproduto de valor protéico razoavelmente elevado e, também, fração fibrosa elevada, denominado farelo ou torta de coco, por não haver ainda processamento padrão. Há grande variação na sua composição, principalmente devido à eficiência de extração da fração lipídica da polpa, e à inclusão, em maior ou menor escala, de cascas fibrosas, porém, com teor elevado de proteína bruta, proveniente dos vários tipos de processamento, com eficiências diferentes de extração do óleo (SILVA, 2007). Na Tabela 5, estão apresentados resultados da composição química do farelo de coco.

Tabela 5 - Composição química em matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG) e cinzas (CZS) do farelo de coco, em % da MS.

Autor	MS	PB	EE	FDN	FDA	LIG	CZS
Silva (2007)	93,37	18,01	34,18	40,96	19,3	5,92	3,72
Valadares Filho et al. (2006) ¹	89,64	23,38	9,36	50,31	37,31	-	6,29
Weisbjerg et al. (1996) ¹	-	22,9	13,1	42,7	-	-	6,6
Krishnamoorthy et al. (1995)	-	22,4	6,4	44,58	24,04	-	6,4
Souza Júnior (2005)	89,19	22,4	8,8	46,71	18,59	3,0	4,56

¹ Fonte: Silva (2007)

A cevada (*Hordeum vulgare*) é uma gramínea cerealífera e representa a quinta maior colheita e uma das principais fontes de alimento para pessoas e animais. No seu processo de industrialização há disponibilidade de um subproduto úmido, no processo de fabricação de cerveja, usado, também, na forma desidratada, com 24,5% de MS; 23 a 30% de PB; 45% de FDN; 39% de FDA; 18% de celulose; e 11% de lignina (GERON *et al.* 2007). Na Tabela 6 estão apresentados resultados da composição química do resíduo de cervejaria.

Tabela 6 - Composição química em matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), cinzas (CZS), nitrogênio indigerível na fibra em detergente neutro (FIDN) e nitrogênio indigerível na fibra em detergente ácido (NIDA) do resíduo de cervejaria úmido, em % de MS.

Autor	MS	PB	EE	FDN	FDA	LIG	CZS	NIDN	NIDA
Geron et al. (2007)	-	29,92	5,3	58,52	23	7,68	3,9	39,51	13,55
Valadares Filho et al. (2006)	-	-	8,82	-	-	-	5,59	-	-
Pereira et al. (1999)	-	25,73	7,63	60,49	21,41	4,25	3,86	-	-
Zeoula et al. (1999)	89,3	11,82	2,88	19,9	3,53	-	-	-	-
Rodrigues Filho et al. (1993)	-	26,6	5,7	-	-	-	-	-	-

O processo de fabricação da cerveja disponibiliza subprodutos, que podem ser utilizados na alimentação de ruminantes. Dentre estes, o resíduo de cervejaria úmido (cevada) está disponível na Região Norte, em grande produção, durante o ano inteiro. O resíduo de cervejaria úmido é um subproduto obtido pelo processo de fabricação da cerveja, que envolve a obtenção do malte. Em seguida, os grãos são imersos em água morna, para que ocorra a

germinação dos grãos e a hidrólise do amido, em dextrina e maltose, que são posteriormente extraídos. Sequencialmente, os grãos são desidratados, por aquecimento de 50 a 80°C, o que interrompe a atividade enzimática, e o amido é separado em malte, gérmen e raiz do malte. Depois, o grão maltado é prensado e embebido em água, para formar o mosto de cerveja, onde a parte sólida é separada e constitui o resíduo de cervejaria úmido, que é comercializado dessa forma, ou pode ser desidratado para formar polpa seca, que possui elevado teor de proteína não degradável no rúmen (PNDR) (PEREIRA et al., 1999; GERON et al., 2007).

1.2.3 **Degradabilidade da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro**

Os microrganismos do rúmen degradam as fontes protéicas e produzem a amônia, que é utilizada para a incorporação e crescimento, enquanto o crescimento da microbiota ruminal exerce fundamental função, na degradação da fibra e das frações protéicas dos alimentos da dieta, o que constitui maior eficiência, com maior concentração de microrganismos (QUEIROZ et al., 1998). A nutrição protéica de ruminantes tem sido abordada, considerando-se as exigências dos microrganismos, quanto a proteína degradável no rúmen (NRC, 1985), que envolve conhecimento dos principais fatores que afetam a degradabilidade protéica, incluindo pH, nitrogênio amoniacal ruminal, taxa de passagem de partículas sólidas e degradação da matéria seca da pastagem (FRANCO; FRANCO; ANDRADE, 2004).

Inúmeras pesquisas foram desenvolvidas sobre a digestibilidade dos alimentos, a partir dos seus componentes, entretanto, esse método é criticado pelo fato da ingestão e digestibilidade dos alimentos, em ruminantes, serem influenciados, não apenas pela composição química dos alimentos, mas, também, pelas características do alimento e sua forma de utilização na alimentação animal.

O método experimental, comumente utilizado, para avaliação de volumosos e concentrados, foi desenvolvido por Quin, Van Der Wath e Myburgh, (1938); Hopson (1961); Van Dyne (1962); Van Keuren e Heineman (1962); Hopson, Johnson e Dehority (1963); Monson, Lowrey e Forbes Jr. (1969); Mehrez e Ørskov (1977). Durante várias décadas, a composição químico-bromatológica dos alimentos tem sido determinada por meio do Sistema Weende, sem considerar as diferentes frações de carboidratos (fibras) e de proteína bruta. Para corrigir essa falha e estudar as frações das fibras, Van Soest (1963) caracteriza a fibra bruta, nas frações de FDN e FDA, celulose, hemicelulose e lignina, e o sub-fracionamento de carboidratos e de proteínas é relatado por Sniffen et al. (1992), que foi desenvolvido para

fornecer subsídios para o sistema chamado de “Cornell Net Carbohydrate and Protein System” - CNCPS.

A cinética de degradação de forragem tem sido estimada, utilizando-se a técnica “*in situ*” de sacos de náilon, incubados no rúmen, que permite avaliar os alimentos, no mesmo período. Entretanto, em função dos contatos dos microrganismos do rúmen com o alimento, pode ocorrer contaminação por proteínas microbianas, dentro dos sacos de náilon, e subestimação da degradabilidade ruminal dos alimentos. A degradação ruminal é um processo proveniente da interação de fatores, que dependem do animal, ração e ecossistema ruminal, não sendo efetivamente atributo do alimento. Assim sendo, a degradabilidade não é uma característica positiva ou negativa do alimento, pois, em determinada situação, a alta degradabilidade é necessária, e em outra não é desejada, quando depende do alimento disponível e nível de produção animal (PEREIRA et al. 1999).

A técnica de avaliação de alimentos, pela degradação ruminal, compreende estudos sobre o desaparecimento do conteúdo da amostra incubada no microambiente ruminal, que resulta no conhecimento da adequada quantidade de nutrientes no rúmen. Essa técnica permite o contato do alimento avaliado com o ecossistema ruminal, apesar dele não passar por todos os processos digestivos, tais como mastigação, ruminação e passagem, entretanto, os valores encontrados “*in situ*” podem ser mais próximos aos observados “*in vivo*” (MERTENS, 1993).

O grau de degradabilidade de proteínas da ração, no rúmen, é um fator importante no processo de avaliação das exigências protéicas dos ruminantes e sua valorização nos alimentos, estimada pela degradação “*in situ*”, vem sendo indicada para servir de rotina na determinação da degradabilidade ruminal (AFRC, 1993). Para Aroeira, Lopes e Dayrelli (1994), o conhecimento da degradabilidade efetiva da proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) dos alimentos pode contribuir no cálculo de rações mais eficientes.

Trabalhos sobre degradabilidade “*in situ*” de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, em concentrados e forrageiras tropicais, em caprinos, ovinos, bubalinos e bovinos, são descritos por Ørskov (1988), Franzolin Neto e Andrade (1990); Pereira et al (2000); Gonçalves et al. (2001); Ladeira et al (2002); Sousa et al.(2005); Faturi (2005); Campos, Valadares Filho, Magalhães e Rocha Junior (2006); Soares (2007); Silva (2007) e Araújo et al., (2010).

A utilização do método “*in situ*”, para avaliação de alimentos concentrados e volumosos, vem se tornando técnica alternativa, pela sua simplicidade e ação direta, e de ser possível determinar taxas de degradação de nutrientes (HOOVER, 1986). Pesquisas desenvolvidas por Mehrez e Ørskov (1977); Ørskov e McDonald (1979); Nocek (1988),

Ørskov (1988) e Shem, Ørskov e Kimambo (1995) utilizaram as variáveis **a**, **b** e **c** da fórmula: $Y(t) = a + b(1 - e^{-ct})$, para descrever a degradação de matéria seca e proteína bruta, em alimentos incubados em sacos de náilon, no rúmen.

No estudo conduzido por Franco, Franco e Andrade (2004) sobre parâmetros ruminais e desaparecimento da MS, PB e FDN de forragem, em bovinos suplementados em pastagem, na estação seca, para avaliar efeito de diferentes degradabilidades (alta, média e baixa), pela técnica “*in situ*”, encontraram para a FDN, a fração **b** igual a 56% da fibra, com “lag time” de 5,90 horas e $R^2 = 0,999$, e taxa de degradação **c** de 4,33%/hora.

A técnica “*in situ*” apresenta a determinação do valor nutritivo mais próximo ao encontrado em experimento “*in vivo*”. Porém, vários problemas relacionados com o tamanho das partículas, porosidade das bolsas, tempos de incubação, e quanto a frequência de alimentação, correção para contaminação bacteriana, influxo e refluxo de micropartículas, são observações apontadas por Van Soest (1994).

Mesmo que a degradação ruminal de nutrientes, que varie segundo as condições do meio ruminal, como pH, concentração de amônia, proporções de ácidos graxos voláteis, temperatura, pressão osmótica, concentração e composição da microbiota, é uma das formas mais frequente de avaliação de alimentos para ruminantes, em razão da grande importância de se conhecer a contribuição dos principais volumosos e concentrados, quando associados, em dietas para manutenção ou produção desses animais (SAMPALHO, 1988).

A busca por maiores produtividades na pecuária esbarra no melhor aproveitamento das altas produções, que podem ser alcançadas com forrageiras tropicais. BALSALOBRE et al., 2003 observaram que a maior proporção de nitrogênio (N) encontra-se na parede celular, o que indica que essa fração deve ser prioridade de estudos, no tocante à cinética de degradação ruminal, para melhor caracterização da proteína presente nos alimentos.

O NRC (1985) divide a proteína do alimento em três frações, chamadas de **a**, **b** e **c**, cuja soma totaliza 100. A fração **a** é constituída de compostos nitrogenados, não protéicos ou da proteína que é degradada muito rapidamente, **b** é a fração potencialmente degradável, a taxa entre 2% e 7%.h⁻¹ e **c**, a fração completamente indisponível no trato digestível. Assim, a proteína degradada no rúmen é calculada como sendo $DgPB = a + b.kdb/(kdb + kdb) + c$. Apesar da fração **c** escapar do rúmen, ela é indigerível nos intestinos e não fornece aminoácidos ao animal.

As proteínas dos alimentos foram divididas em cinco frações pelo CNCPS: fração **A**, considerada de rápida disponibilidade e constituída de nitrogênio não protéico; fração **B1**, constituída de proteína solúvel, rapidamente degradada no rúmen e composta de peptídeos,

oligopeptídeos e globulinas, fração **B2**, constituída de proteínas citoplasmáticas, e glutelinas de degradação ruminal intermediária; fração **B3**, composta de proteínas insolúveis, associadas à parede celular, prolaminas e proteínas desnaturadas, em fibra detergente neutro no rúmen; e fração **C**, constituída de proteína lignificada, indisponível no rúmen e no intestino delgado (SNIFFEN et al., 1992). A parte solúvel da proteína é dividida em fração **A** e **B1**, o restante da fração solúvel (**B1**) é parte da proteína verdadeira, que, também, tem rápida degradação ruminal e fração **C**, corresponde à proteína contida na FDA (NIDA), está associada com a lignina e formam complexos de tanino e produtos da reação de Maillard, os quais são altamente resistentes à degradação microbiana e enzimática (VAN SOEST, 1994).

O AFRC (1993) considera quatro frações nitrogenadas: compostos nitrogenados, rapidamente degradados no rúmen, **a**, compostos nitrogenados, lentamente degradados no rúmen, **b**, compostos nitrogenados digestíveis, não degradados no rúmen, equivalentes a $PDNDR = 0,9 * (PNDR - 6,25 * NIDA)$, e compostos nitrogenados indigestíveis, não-degradados no rúmen, representados pelo nitrogênio insolúvel em detergente ácido (PINDR = NIDA). Considera, também, que a eficiência com que os compostos nitrogenados, rapidamente degradados no rúmen pelos microorganismos, é de 85% e estima a proteína efetivamente degradada no rúmen (PEDR), $PEDR = 0,85a+bc/c+k$.

O NIFDN é uma fração do nitrogênio contido na FDN, sendo a subtração do NFDA do NFDN, outra forma da proteína na planta, que teria disponibilidade, porém com taxa de degradabilidade muito lenta, tida como fração **B3** (SNIFFEN et al., 1992). Os teores de nitrogênio ligados aos compostos da parede celular tendem a aumentar, com a idade fisiológica da planta, notadamente a fração NIFDA, que se liga a FDA. A fração indisponível (**C**) depende do teor de lignina, assim, plantas de idade fisiológica mais avançada, têm maiores teores dessa fração e o aumento da fração **C** produz redução da fração potencialmente degradável (**B2**) (CABALLERO; ALZUETA; ORTIZ, 2001). A fração **B3** é a proteína de maior proporção na planta, obtida pela subtração do NFDN pelo NFDA, sendo a proteína aderida à parede celular com potencial para ser degradada, que representa as frações **B3** e **C** para Cornell (CNCPS) (BALSALOBRE et al., 2003).

Em estudos sobre a qualidade nutricional das plantas forrageiras, manejadas sobre três resíduos, pós-pastejo, usando a degradabilidade “*in situ*” da MS, PB e FND, Balsalobre et al. (2003) concluíram que as frações que representam cerca de 70% da proteína do capim (**A**, **B3** e **C**) possuem problema de utilização pelo ruminantes e os teores da fração **A + B1** dos carboidratos, em torno de 20%, que mesmo não tendo valores adequados, em relação à fração

A da proteína, apresentam valores de degradação semelhantes, e poderão levar a bom aproveitamento de boa parte dessa fração protéica.

A proporção de FDN de uma gramínea é importante, não só para avaliação de sua composição química, mas, também, pela FDN estar relacionada com o máximo consumo de matéria seca, pois as plantas de maiores teores de FDN apresentam menor potencial de consumo alimentar (MERTENS, 1994).

O sistema CNCPS foi criado para avaliar dietas completas, minimizar a excreção de nutrientes, maximizar a sincronização de carboidratos (CE e CNE) e de proteína bruta no rúmen (PB, NNP) e, conseqüentemente, avaliar a produção máxima do crescimento microbiano (RUSSEL; CONNER; FOX, 1992; FOX; BARRY; PITT, 1992; SNIFFEN et al., 1992; VAN SOEST, 1994). Expressa a eficiência microbiana, em gramas de MS microbiana (g MSbac) por grama de carboidratos totais degradados no rúmen, em razão desses serem as fontes primárias de energia no crescimento dos microorganismos no rúmen (RUSSEL; CONNER; FOX, 1992), que é influenciado pela interação entre fatores químicos, fisiológicos, nutricionais e inter-relações dinâmicas do ecossistema ruminal (VAN SOEST, 1994).

Os microorganismos do rúmen estão separados em dois grupos: aqueles que fermentam os carboidratos fibrosos (CE) ou carboidratos estruturais, e possuem crescimento lento e usam amônia (NH₃), como fonte de nitrogênio para a síntese de proteína microbiana, não fermentando peptídeos ou aminoácidos, e os que fermentam carboidratos não estruturais (CNE) ou carboidratos não fibrosos (CNF), e que têm crescimento mais rápido, usam amônia, como fonte de nitrogênio, fermentam peptídeos e aminoácidos, além de produzirem amônia, e todos realizam a proteólise (FOX; BARRY; PITT, 1992).

A avaliação e cálculo da degradabilidade “*in situ*” da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro, são procedidos pelo modelo e equação propostos por Mehrez e Ørskov (1977), Ørskov e McDonald (1979), expressos por: $P = a + b(1 - e^{-ct})$, em que: P = quantidade de nutriente degradado no tempo t; **a** = fração prontamente solúvel em água; **b** = fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável; e **c** = taxa de degradação.

A degradabilidade efetiva (DE) é calculada considerando-se as taxas de passagem estimadas, para cada grupo de animais do experimento, de acordo com equação proposta por Ørskov e McDonald (1979): $DE = a + (b.c) / (c + k)$, onde: **a** = fração prontamente solúvel em água; **b** = fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável; **c** = fração indegradável; e **k** = taxa de degradação.

O uso da degradação “*in situ*”, na avaliação de gramíneas, leguminosas e concentrados, constitui modelo alternativo, pela facilidade de estudo e aplicação direta, pois

possibilita determinação das taxas de degradação. O AFRC (1993) adota a técnica como o método indireto padrão, para estimar a degradabilidade ruminal do nitrogênio, carboidratos e taxas de passagem, e por ter resultados semelhantes àqueles obtidos pela técnica “*in vivo*”.

Com base nas limitações do método “*in situ*”, Van Hamburg, Varn Soest e Robertson (2003) propuseram estimar a taxa de degradação (Kd), apenas com dois tempos de incubação, e os valores de **kd** estimados por essa técnica foram comparados com os valores de onze tempos de incubação, sendo que os valores de **kd** estimados com esses tempos foram similares ($P>0,05$) aos estimados para os tempos de 6 e 24 horas e de 6 e 36 horas (SOARES, 2007).

Em estudo sobre a degradabilidade “*in situ*” Sampaio (1988) concluiu que o número de animais usados para o estudo de alimentos, pela degradação ruminal, é muito variável na literatura. Batista et al. (2004) realizaram experimento com dois bovinos fistulados no rúmen, para determinar a composição química e a degradabilidade “*in situ*” da matéria seca do feno de *Egeria densa* e Silva (2007), na avaliação de feno de Tifton 85, e subprodutos da agroindústria, usou apenas dois ovinos, pela técnica “*in situ*”.

A degradabilidade “*in situ*” permite o contato íntimo do alimento com os microrganismos do rúmen, com o meio ruminal, simula condições específicas de pH, substrato, substância tampão, enzimas e fatores de crescimento, mesmo não havendo o mecanismo de mastigação, ruminação e passagem, que complementaria a experiência ruminal, e é considerada de fundamental importância no processo de determinação dos requisitos protéicos para ruminantes e na avaliação do seu teor nos alimentos (NOCEK, 1988).

Em estudo de degradabilidade “*in situ*” de gramíneas tropicais e leguminosas tropicais Franzolin Neto, Herling e Nogueira Filho (1995) observaram que as forragens apresentaram curvas de desaparecimentos semelhantes entre a MS e FDN, sendo em nível superior neste último. Nas leguminosas ocorreram desaparecimentos da PB, superiores aos das gramíneas, em todos os tempos de permanência dos substratos no rúmen.

A degradabilidade da proteína tende a crescer com o aumento do nível de proteína da ração, embora esse efeito não tenha sido consistente com a fonte de proteína ou tempo de incubação no rúmen (KIRKPATRICK; KENNELLY, 1987). Em pesquisas com degradabilidade “*in situ*”, em bovinos, Vilela et al. (1994) verificaram que a taxa de passagem influenciou nos valores de degradabilidade efetiva, principalmente nos alimentos que apresentaram valores elevados de **b** e baixos de **c**, e que a taxa de passagem da ração, com 6,66% de PB (% MS), foi a que apresentou menor valor ($3,1\% h^{-1}$). Aroeira et al. (1995), em

novilhos mestiços europeu x zebu, notaram degradabilidade efetiva, respectivamente, de 49,3% e 61,4%, na MS dos farelos de algodão e arroz. A DE da PB dos dois suplementos, os valores foram 61,8% e 70,4%, respectivamente.

Em caprinos alimentados com feno de leguminosas tropicais, Vasconcelos et al. (1996) observaram degradabilidade efetiva de 45,7% e 64,0%, com teores de PB de 10,7% a 25,5%. Em ovinos, Teixeira et al. (1986), em estudos sobre cinética da digestão ruminal da MS e PB, de diferentes suplementos protéicos, notaram degradabilidade efetiva, respectivamente, de 26,85% a 53,62% e 66,96% a 71,19%, para MS e PB.

A taxa de remoção da digesta ruminal influencia a extensão da degradação protéica e a digestão da parede celular (FDN) e, conseqüentemente, a digestibilidade da dieta, e a eficiência de síntese de proteína microbiana, portanto é de importância na avaliação da degradabilidade efetiva de partículas sólidas, no rúmen (ØRSKOV; McDONALD, 1979).

Contudo, leguminosas apresentam menor resistência à quebra de partículas, durante a alimentação e ruminação, devido à menor quantidade de constituintes de parede celular e maior proporção de conteúdo celular, quando comparado as gramíneas (MINSON, 1990).

De acordo com Van Soest (1994), a digestibilidade da MS, entre gramíneas e leguminosas tropicais, podem apresentar diferenças de até 15 unidades percentuais, fato que pode ser atribuído à maior proporção de parede celular e lignificação das forrageiras tropicais. A ração formulada com alimentos de elevados teores de FDN, na sua composição química, pode promover restrição de consumo alimentar, pela necessidade de maior tempo de permanência do alimento no rúmen, para que possa sofrer os processos da digestão ruminal, considerando-se que o crescimento microbiano é função, primeiramente, da quantidade e da taxa de digestão de carboidratos (HOOVER; STOCKS, 1991).

Caprinos alimentados com feno de leguminosas tropicais, Vasconcelos et al. (1996) observaram degradabilidade efetiva de 45,7% e 64,0%, com teores de PB entre 10,7% e 25,5%, e em ovinos, Teixeira et al. (1986) estudaram a cinética da digestão ruminal da MS e PB, de diferentes suplementos protéicos, e notaram degradabilidade efetiva, respectivamente, de 26,85% a 53,62% e 6,96% a 71,19%, para MS e PB.

1.2.4 Valor do pH ruminal

Os volumosos, em especial, apresentam características próprias e bastante variáveis, o que deve merecer maior atenção (MEHREZ; ØRSKOV, 1977). O pH do líquido ruminal pode influenciar, principalmente, a degradação da proteína, em razão das alterações na atividade microbiana e favorecer os diversos processos de hidrólise ruminal, entre 5,5 e 7,0, em função do padrão de fermentação determinado pelo substrato presente no rúmen (NRC, 1985).

A manutenção do pH entre 6.0 e 7.0 está diretamente ligada à capacidade de produção de agentes tamponantes, como sais à base de carbonatos e outros, e de remoção dos ácidos graxos voláteis, por meio da absorção no rúmen (VAN SOEST, 1994). Entretanto, Van Soest (1994) cita que bactérias celulolíticas tem crescimento ótimo em pH 6.7, mas, desvios substanciais acima ou abaixo desse nível tornam o ambiente inibitório para o seu crescimento.

A diminuição do pH reduz a degradabilidade da proteína, celulose, hemicelulose e pectina, e caso ocorra redução moderada no pH ruminal, até aproximadamente 6.0, a digestão da fibra decresce moderadamente, embora o número de microrganismos fibrolíticos não seja normalmente influenciado (HOOVER, 1986). O pH é um fator importante na atividade proteolítica do rúmen e o valor ótimo varia entre 6.0 e 7.0, mas, em grande número de microrganismos, a atividade máxima se situa em torno de 6,5 (SILVA; LEÃO, 1979).

Existe faixa de limites, mínimo e máximo, de pH ruminal para as atividades fibrolíticas, amidolíticas e proteolíticas dos microrganismos do rúmen, com recomendações para que não cesse a atividade microbiana. Nível de consumo, tempo após a alimentação, natureza da dieta e salivacão, têm efeito direto sobre o pH do rúmen, que varia entre 5,5 e 7,0, mantendo-se, na maioria das vezes, entre 6,0 e 7,0. Em condições adversas e extremas, pode chegar a 5,0 e, nesse ponto, pode ocorrer uma série de transtornos para os microrganismos e animal hospedeiro.

As bactérias ruminais estão adaptadas para crescerem em pH de 5,5 a 7,0 (SILVA, e LEÃO 1979). O pH ruminal exerce importante efeito na determinação da concentração da amônia no rúmen e, em condições de pH abaixo de 6,2, ocorrerá redução na digestão da fibra, pois as bactérias celulolíticas são sensíveis a pH inferior a esse nível (ØRSKOV, 1988), enquanto a faixa de 6,7 a 7.1 constitui o ponto ótimo para a digestão da fibra.

O pH do fluido ruminal pode variar entre 5,5 e 6,5, para dietas concentradas e 6,2 e 7,0, para dietas constituídas exclusivamente de volumosos. Para Hoover (1986), a faixa ideal

para a digestão da fibra varia de 6,0 a 6,9. Zeoula et al. (1999) observaram que o valor mínimo no líquido ruminal de ovinos alimentados com amido e nitrogênio, com alta e baixa degradabilidade ruminal, variou de 6,05 a 7,21, com menores valores entre duas e seis horas, após a alimentação, e ainda o pico de concentração de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) foi atingido duas horas após o consumo.

1.2.5 Produção de nitrogênio amoniacal no rúmen

A amônia é a principal fonte de nitrogênio usada para a síntese de proteína microbiana, constituindo-se em produto final do processo fermentativo dos microorganismos ruminais. A concentração de amônia no líquido ruminal é consequência do equilíbrio entre sua produção, utilização pelos microorganismos e absorção pela parede ruminal, cuja utilização pelos microorganismos depende da quantidade de energia disponível, e a maioria das bactérias ruminais é capaz de utilizar a amônia, como fonte de nitrogênio, para a síntese da proteína microbiana (HUME, 1970; ROFFLER; SATTER, 1975).

Para a produção de nitrogênio amoniacal, vários autores confirmam faixas de concentrações para que não haja limitação na fermentação ruminal e uma adequada concentração de fibra contida nos alimentos. No entanto, existem inúmeras informações entre os autores, na concentração mínima e máxima de amônia ruminal, que favoreceria ao microambiente do rúmen, condições suficientes e ideais para o crescimento de microorganismos, os quais promoveriam a degradações das frações fibrosas e protéicas dos alimentos.

Em estudo de degradabilidade “*in situ*”, para medir o efeito da concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen, aumentado de 6,3 mg de $N-NH_3$ /100 ml para 27,5 mg de $N-NH_3$ /100 ml de líquido ruminal. Persiste a preocupação do NRC (1985), acerca da quantidade de amônia necessária para o crescimento microbiano no rúmen. Russel, Conner e Fox (1992) indicaram que os microorganismos que fermentam CNE obtêm 66% de seu nitrogênio, através de peptídeos e aminoácidos, e 44% do nitrogênio amoniacal.

Para alimentos fibrosos usados como dieta base, com elevado teor de fibra, constituída por resíduos da agricultura, Preston e Leng (1986) relataram concentração de 150 a 200 mg/L, para se obter ótima fermentação, enquanto, Queiroz et. al. (1998), em palhada de milho, na alimentação de bovinos, relataram resultados médios de 70,04 a 117,20 mg/L, que

atenderiam as exigências para crescimento máximo de microrganismos e citam que a concentração mínima de amônia ruminal seria de 150 mg/L, para ótima fermentação da fibra dos alimentos.

Porém, a fermentação da proteína, frequentemente, produz mais amônia do que os microrganismos podem utilizar para a síntese de proteína microbiana, entre 15 e 20 mg de N-NH₃/100 mL de fluido ruminal, que varia com a dieta (LENG; NOLAN, 1984). Roffler e Satter (1975) citam a concentração mínima de 5 mg de N NH₃/100 mL de fluido ruminal para o crescimento dos microrganismos e Moreira et al. (2001) estimaram a concentração máxima de amônia ruminal de 16,3 mg/100 mL, no tempo de 2,66 horas, após a alimentação, com dietas de silagem de milho, feno de alfafa e capim “Coast cross”.

Existe uma variação de valores entre diversos autores e, a ainda mais, uma distância entre os valores de concentração mínima de nitrogênio amoniacal, como, Satter e Roffler (1975) relatam um nível mínimo ótimo para o crescimento microbiano de 5mg de N-NH₃ / 100 mL de líquido ruminal. Preston e Leng (1986) citam cerca de 20 mg de N-NH₃ / 100 mL de líquido de líquido de rúmen; Mehrez e Ørskov, (1977) assumem valores de 19 a 23 mg de N-NH₃ / 100 mL e Kang-Menznarich e Broderich (1981), de 64 mg de N-NH₃/ 100 mL.

Os microrganismos do rúmen degradam as fontes protéicas e produzem o N-NH₃, que é utilizado para sua incorporação e crescimento, em que o crescimento da flora e fauna ruminal tem papel fundamental na degradação da fibra, sendo maior à medida que ocorre maior concentração de microrganismos no rúmen. O nível de concentração de amônia no rúmen é função da sua produção e remoção.

Maiores digestibilidades de matéria seca são observados quando a amônia ruminal é maior que 5 mg de N-NH₃ mL Van Soest (1994) e, de acordo com Church (1988), essa concentração está entre 0,35 e 29 mg/mL. De modo geral, a concentração de amônia ruminal varia segundo o tempo decorrido, após a ingestão de alimentos, local de coleta da amostra ruminal, tipo de dieta, solubilidade, nível da proteína da dieta e degradação de proteína (HUME, 1970; ROFFLER; SATTER,1975).

De acordo com Erdman, Procto e Van Der Sall (1986), houve maior degradação ruminal da MS e do nitrogênio, quando a concentração de NH₃ foi de 25 mg/100 mL, em dieta com milho, e de 17 mg de N-NH₃/100 mL, com uso de farelo de algodão.

1.2.6 Taxa de passagem ruminal

No estudo de degradabilidade “*in situ*” de gramíneas e leguminosas tropicais, Franzolin Neto, Herling e Nogueira Filho (1995) observaram que as forragens apresentaram curvas de desaparecimentos semelhantes entre a MS e FDN, com nível superior neste último. Nas leguminosas ocorreram desaparecimentos da PB, visivelmente superiores aos das gramíneas, em todos os tempos de permanência dos substratos no rúmen.

Em trabalhos com bovinos, Vilela et al. (1994) estudaram a degradabilidade “*in situ*” e verificaram que a taxa de passagem influenciou os valores de degradabilidade efetiva, principalmente nos alimentos que apresentaram valores elevados de **b** e baixos de **c**, e que a taxa de passagem da ração, com 6,66% de PB (% MS) foi a que apresentou menor valor (3,1% h⁻¹). Aroeira et al. (1995), em novilhos mestiços europeu x zebu, notaram degradabilidade efetiva de 49,3% e 61,4%, respectivamente, na MS dos farelos de algodão e de arroz e de 61,8% e 70,4%, na PB, na mesma ordem.

A estimativa da taxa de passagem de partículas sólidas no rúmen pode ser determinada estimando-se valores de 2%, 5% e 8,0%/h, para ruminantes de corte e leite. A degradabilidade efetiva pode ser calculada assumindo-se valor para a taxa de passagem, ou estimando-se a taxa de passagem de partículas pequenas (K). Assim, o AFRC (1993) relata a degradabilidade efetiva para alguns alimentos, usando-se esses valores. Ainda considera esses valores médios para a taxa de passagem, respectivamente, para manutenção, ganho de peso e produção de leite, acima de 15 kg/dia/animal, na determinação da degradabilidade efetiva. Também, descreve e considera essas taxas de passagem, sendo a taxa de 2%/h, aceita para bovinos e ovinos, alimentados em nível de manutenção. A taxa de 5%/h é adotada para vacas de baixa produção, menos de 15 kg de leite por dia; bovinos de corte e ovinos alimentados à vontade com dietas múltiplas, ao passo que taxa de 8%/h é utilizada para vacas de alta produção, maior que 15 kg de leite por dia, alimentadas com dietas múltiplas.

A taxa de remoção da digesta ruminal influencia a extensão da degradação protéica Ørskov e McDonald (1979) e a digestão da parede celular (FDN) e, conseqüentemente, a digestibilidade da dieta e a eficiência de síntese de proteína microbiana são de fundamental importância na avaliação da degradabilidade efetiva de partículas sólidas no rúmen.

As leguminosas tendem a apresentar teor de lignina mais elevado que as gramíneas, de mesma digestibilidade, fato que contribui para o baixo coeficiente de determinação das equações de regressão, baseadas nos valores de FDA, usadas para prever a digestibilidade

de populações mistas de gramíneas e leguminosas (WALDO; SMITH; COX, 1986). Leguminosas apresentam menor resistência à quebra de partículas durante a alimentação e ruminação, devido à menor quantidade de constituintes de parede celular e maior proporção de conteúdo celular, quando comparado as gramíneas (MINSON, 1990). De acordo com Van Soest (1994) a digestibilidade da MS, entre gramíneas e leguminosas tropicais, podem apresentar diferenças de até 15 unidades percentuais, fato que pode ser atribuído à maior proporção de parede celular e lignificação nas forrageiras tropicais.

A ração formulada com alimentos contendo teores elevados de FDN, na sua composição química, pode promover restrição no consumo alimentar, pela necessidade de maior tempo de permanência do alimento no rúmen, a fim de sofrer processos de digestão ruminal. É importante destacar que o crescimento microbiano é função, primeiramente, da quantidade e taxa de digestão de carboidratos (HOOVER; STOCKS, 1991).

As bactérias precisam de um tempo de geração menor que a taxa de reciclagem da digesta ruminal, para que a população possa ser mantida no rúmen, uma vez que a taxa de passagem da fase sólida é muito menor que a da fase líquida, e as espécies de crescimento lento têm de se aderir as partículas do material ingerido, para que não sofram lixiviação e remoção do rúmen (VAN SOEST, 1994) e esse fato, tem especial importância para rações, à base de forragens, cujo tempo de retenção no rúmen é maior. A maior retenção facilita o tempo de colonização (lag time) e de digestão da parede celular, o que torna a taxa de passagem um fator importante para o crescimento microbiano.

A taxa de passagem da digesta pelo aparelho digestivo tem significativo efeito sobre a degradação ruminal da fibra, porque quanto maior a taxa de passagem, menor a degradabilidade da fibra, principal responsável pela energia disponível no suporte ao crescimento microbiano no rúmen, em dietas com elevado percentual de volumoso, e seu aumento pode estimular a eficiência da síntese microbiana, pela redução da energia usada pela manutenção dos microrganismos (RUSSEL; CONNOR; FOX, 1992). A taxa de fermentação é uma propriedade inerente ao alimento, enquanto a taxa de passagem pode ser regulada pelo consumo de alimento, processamento ou tamanho da partícula e tipo de alimento que está sendo consumido (RUSSEL; CONNOR; FOX, 1992). É importante observar que o crescimento microbiano é essencialmente limitado pela taxa de fermentação, a qual é limitada pela composição e estrutura do alimento oferecido (VAN SOEST, 1994), especialmente no que se refere à quantidade e qualidade da sua fibra.

REFERÊNCIAS

ABDALLA, A. L. ; FILHO, J. C. S. ; GODOI, A. R. ; CARMO, C. A. C. ; EDUARDO, J. L. P. Utilização de subprodutos de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n.37, p.260-258, 2008. (Suplemento especial).

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL (AFRC). **Technical committee on responses to nutrients: energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureaux International, 1993, 159p.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL (ARC). **Report of the protein group of the Agricultural Research Council working party on the nutrient requirements of ruminants**. London : Commonwealth Agricultural Bureaux, 1984. 45p.

ALBUQUERQUE, N. I. **Emprego do babaçu (*Orbignya phalerata*) como fonte energética para catetos**.2006. 79f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Estadual Paulista, Piracicaba, São Paulo, 2006.

ALMEIDA, R. S. **Substituição parcial da uréia por diferentes níveis de farelo de babaçu na alimentação de vacas leiteiras**. 2005. 27f. Monografia (Graduação em Zootecnia) - Faculdade de Imperatriz – FACIMP, 2005.

ANDERSON, M. S. ; SCHULTZE-KRAFT, R. ; PETERS, M. *Flemingia macrophylla* (Willd.) Merrill. Rome, Italy : FAO Grassland Index, 2003.

ANDRIQUETTO, J. M. ; PERLY, L. ; MINARDI, I. ; FLEMING, J. S. ; SOUZA, G. A. ; GEMAEL, A. ; ANDRIQUETTO, J. L. ; DUTRA, M. J. ; SEIFERT, C. R. **Normas e padrões de nutrição e alimentação**. Brasília : Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 2000. 152p.

ARAÚJO, S. A. C. ; VÁSQUES, H. M. ; SILVA, J. F. C. ; DEMINICIS, B. B. ; CAMPOS, P. R. S. S. ; LISTA, F. N. Degradação ruminal e estimativa de consumo de genótipos de capim elefante anão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.18-24, 2010.

AROEIRA, L. J. M. ; CARNEIRO, E. C. ; PACIULLO, D. S. C. ; MAURICIO, R. M. ; ALVIM, M. J. ; XAVIER, D. F. Composição química, digestibilidade e fracionamento do nitrogênio e dos carboidratos de algumas espécies forrageiras. **Pasturas Tropicales**, Cali, v.25, n.1, p.33-37, 2003.

AROEIRA, L. J. M. ; LOPES, F. C. F. ; DAYRELLI, M. S. Degradabilidade de alimentos no rúmen de vacas Holandesas-Zebu. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá, PR. **Anais...** Maringá: SBZ. 1994. p.530.

_____ ; _____ ; _____ ; LIZIERE, R. S. ; TORRES, P. Digestibilidade, degradabilidade e taxa de passagem da cana-de-açúcar mais uréia e do farelo de algodão em vacas mestiças holandesas x zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.6, p.1016-1026, 1995.

AVIZ, M. A. B. **Valor nutritivo da leguminosa *Flemingia macrophylla* (Willd) Merrill para suplementação alimentar de ruminantes na Amazônia Oriental.** 2007. 45f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Pará, Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, 2007.

BALSALOBRE, M. A. A. ; CORSI, M. ; SANTOS, P. M. ; PENATI, M. A. ; DEMETRIO, C. G. M. Cinética da degradação ruminal do capim Tanzânia irrigado sob três níveis de resíduo pós pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1747-1762, 2003. (Suplemento, 1).

BATISTA, A. M. V. ; CARVALHO, F. F. R. ; MARQUES, C. A. T. ; MEDEIROS, S. J. S. ; ALMEIDA, O. C. Avaliação do feno de *Ergeria densa* na alimentação de carneiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1309-1315. 2004.

BUDELMAN, A. ; SIREGAR, M. E. *Flemingia macrophylla* (Willd.) Merrill. In: FARIDAH HANUM, I. ; VAN DER MAESEN, L. J. G. (Ed.). **Plant Resources of South-East Asia.** Leiden, Netherlands : Backhuys Publishers, 1997. p.144-147. (Auxiliary plants, 11).

CABALLERO, R. ; ALZUETA, C. ; ORTIZ, L. Y. Carbohydrate and protein fraction of fresh and dried Common Vetch at three maturity stages. **Agronomy Journal**. v.93. p.1006-1013. 2001.

CAMPOS, P. R. S. S. ; VALADARES FILHO, S. C. ; CECON, P. R. Estudo comparativo da cinética de degradação ruminal de forragens em bovinos e ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.6, p.1181-1191, 2006.

CAMPOS, W. E. ; SATURNINO, H. M. ; SOUSA, B. M. Degradabilidade *in situ* da silagem de quatro genótipos de sorgo com e sem tanino. I- Matéria seca e proteína bruta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, p.209-215, 2003.

CARVALHO, G. G. P. ; PIRIS, A. J. V. ; VELOSO, C. M. ; SILVA, R. R. ; MENDES, F. B. L. Degradabilidade ruminal de concentrados e subprodutos agroindustriais. **Archivos de Zootecnia**, España, v.55, n.212, p.397-400, 2006.

CHIESA, E. D. ; ARBOITTE, M. Z. ; BRONDANI, I. L. ; MENEZES, L. F. G.; RESTLE, J. ; SANTI, M. A. M. Aspectos agronômicos de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) no desempenho e economicidade de novilhos confinados. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.30, n.1, p.67-73, 2003.

CHURCH, D. C. **The ruminant animal digestive physiology and nutrition**. Englewood : Clifs O & Books, Inc., 1988. 564p.

ERDMAN, R. A. ; PROCTO, G. H. ; VAN DER SALL, J. H. Efect of rumen ammonia concentration on “in situ” rate and extent of digestion of feed stuffs. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.9, p.2313-2320. 1986.

FATURI, C. **Fontes de carboidratos solúveis e níveis de fibra em detergente neutro em dietas para terminação de novilhos em confinamento**. 2005. 83f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Campus de Jaboticabal-SP, 2005.

FOX, D. G. ; BARRY, R. E. ; PITT, R. E. Applications of the Cornell Net Carbohydrate and Protein Model for Cattle Consuming Forages. **Journal of Animal Science**, v.73, p.267-277, 1992.

FRANCO, A. V. M. ; FRANCO, G. L. ; ANDRADE P. Parâmetros ruminais e desaparecimento da MS, PB e FDN da forragem em bovinos suplementados em pastagem na estação seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1316-1324, 2004.

FRANZOLIN NETO, R. ; ANDRADE, P. Efeitos de rações com diferentes níveis de nitrogênio degradável no rúmen sobre os desaparecimentos “in situ” da MS, MO, PB, e FDN em búfalos. In: CONGRESSO MUNDIAL DE BUIATRIA, 16. Salvador, BA, **Anais...** Fortaleza. 1990. p.343-348.

_____ ; HERLING, V. R. ; NOGUEIRA FILHO, J. C. M. Degradabilidade “in situ” de gramíneas e leguminosas em búfalos sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.1, p.8-19, 1995.

GERON, L. J. V. ; ZEOULA, L. M. ; BRANCO, F. B. ; ERKE, J. A. ; PRADO, O. P. P. ; JACOBI, G. Caracterização, fracionamento protéico, degradabilidade ruminal e digestibilidade in vitro da matéria seca e proteína bruta do resíduo de cervejaria úmido e fermentado. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v.29, n.3, p.291-299, 2007.

GODOY, P. B. **Aspectos nutricionais de compostos fenólicos em ovinos alimentados com leguminosas forrageiras**. 2007. 90f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

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

_____ ; STOCKS, S. R. Balancing carbohydrates and protein for optimum rumen microbial yield. **Journal of Dairy Science**. v.74, n.10, p.3630-3644, 1991.

HOPSON, J. D. Use the dracon bag technique as an estimate of rate of “in vivo” cellulose digestion in the evaluation of forages. **Journal of Animal Science**. v.20, n.4, p.960, 1961.

_____ ; JOHNSON, R. R. ; DEHORITY, B. A. Evaluation of the dacron bag technique as a method for measuring cellulose digestibility and rate of forage digestion. **Journal of Animal Science**, v.22, n.2, p.448-453, 1963.

HUME, I. D. Syntheses of microbial protein in the rumen. III. The effect of dietary protein. **Australian Journal Agriculture Research**; v.21, p.305-314, 1970.

KAITHO, R. J. ; UMUNNA, N. M. ; NSAHLAI, I. V. ; TAMMINGA, S. ; VAN BRUCHEN, J. Utilization of browse supplements with varying tannin levels by Ethiopian Ming sheep.1. intake, digestibility and live weight changes. **Agroforestry Systems**. v.39, p.145-159, 1988.

KANG-MENZNARICH, J. H. ; BRODERICK, G. A. Effect of incremental urea supplementation of ruminal ammonia concentration and bacterial protein formation. **Journal of Animal Science**. v.51, n.2, p.422-431, 1981.

KIRKPATRICK, B. K. ; KENNELLY, J. J. “In situ” degradability of protein and dry from a total diet. **Journal of Animal Science**, v.65, n.2, p.567-576, 1987.

KRISHNAMOORTHY, V. ; MUSCOT, T. V. ; SNIFFEN, C. J. Energy and protein evaluation of tropical feedstuffs for wrote tract and ruminal digestion by chemical analyses and rumen inoculation studies in vitro. **Animal Feed Science Technical**, v.52, p.177-188, 1995.

LADEIRA, M. M. ; RODRIGUEZ, N. M. ; BORGES, I. ; GONÇALVES, L. C. ; SALIBA, E. O. S. ; MIRANDA, L. F. Balanço de nitrogênio, degradabilidade de aminoácidos e concentração de ácidos graxos voláteis no rúmen de ovinos alimentados com feno de *Stylosanthes guianensis*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p.2357-2363, 2002.

LASCANO, C. E. Calidad nutritiva y utilización de *Cratylia argentea*. En: PIZARRO, E. A. Y. ; CORADIN, L. (Ed). **Potencial del Género *Cratylia* como Leguminosa Forrajera**. Brasília : EMBRAPA, CENARGEN, CPAC y CIAT, 1995. p.83-97.

LEDGARD, S. F. ; STEELE, W. W. Biological nitrogen fixation in mixed legume/grass pastures. **Plant Soil**, v.141, p.137-153, 1992.

LENG, R. A. ; NOLAN, J. V. Symposium: protein nutrition of the lactating dairy cow. Nitrogen metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**. v.67, p.1027-1089, 1984.

MAASS, B. L. Evaluación agronómica de *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze en Colombia. En: PIZARRO, E. A. ; Y CORADIN, L. (Ed). **Potencial del Género *Cratylia* como Leguminosa Forrajera**. Brasília : EMBRAPA, CENARGEN, CPAC y CIAT, Brasil, 1995. p.62-74.

MAKKAR, H. P. S. Effect and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. **Small Ruminant Research**, v.49, n.3, p.241-256, 2003.

MALAFAIA, P. A. M. ; VALADARES FILHO, S. C. ; VIEIRA, R. A. M. ; SILVA, J. F. C. ; PEREIRA, J. C. Determinação e cinética ruminal das frações protéicas de alguns alimentos para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.06, p.1243-1251, 1997.

MARCONDES, M. I. M. ; FILHO, S. C. V. ; DETMANN, E. ; VALADARES, F. D. ; SILVA, L. F. C. ; FONSECA, M. A. Degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta de alimentos para bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2247-2257, 2009.

McSWEENEY, C. S. ; PALMER, B. ; McNEILL, D. M. ; KRAUSE, D. O. Microbial interactions with tannins: nutritional consequences for ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v.91, n.1-2, p.83-93, 2001.

MEHREZ, A. Z. ; ØRSKOV, E. R. Rate of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **British Journal of Nutrition**, v.38, n.3, p.437-443, 1977.

MERTENS, D. R. Rate and extent of digestion. In: FORBES, J. M. ; FRANCE, J. (Ed). **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**, Cambridge : Commonwealth Agricultural Bureaux International/ Cambridge University Press, 1993. Cap. 2, p.13-51.

MIN, B. R. ; BARRY, T. N. ; ATTWOOD, G. T. ; McNABB, W. C. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.106, n.1/4, p.3-19, 2003.

MINSON, D. J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego. C.A: Academic Press. Inc. 1990. 483p.

MOLINA, L. R. ; RODRIGUEZ, N. M. ; SOUZA, B. M. ; GONÇALVES, L. C. ; BORGES, I. Parâmetros de degradabilidade potencial na matéria seca e da proteína bruta das silagens de seis genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), com e sem tanino no grão avaliado pela técnica “*in situ*”. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.222-228, 2003.

MONSON, W. G. ; LOWREY, R. S. ; FORBES JR. “*In vivo*” nylon bag vs. two-stage “*in vitro*” digestion: Comparison of two techniques for estimating dry matter digestibility of forages. **Agronomy Journal Madison**, v.61, p.587-589, 1969.

MOREIRA, A. L. ; PEREIRA, O. G. ; GARCIA, R. ; VALADARES FILHO, S. C. ; CAMPOS, J. M. ; SOUZA, V. G. ; ZERVOUDARKIS, J. T. Produção de leite, consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes, pH e concentração de amônia ruminal em vacas lactantes recebendo rações contendo silagem de milho e feno de alfafa e de capim-coastcross. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.1089-1098, 2001. (Suplemento 1).

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Ruminant nitrogen usage**. Washington, DC, 1985. 138p.

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

OLIVEIRA, L. O. F. ; SALIBA, E. O. S. S. ; GONÇALVES, L. C. ; BORGES, I. ; MIRANDA, P. A. B. ; FILHO, M. P. F. Digestibilidade *in situ* e cinética ruminal de bovinos de corte a pasto sob suplementação com proteinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6. p.1326-1635, 2009.

OLIVEIRA, S. G. ; BERCHIELLI, T. T. ; PEDREIRA, M. S. ; FERNANDES, J. J. R. ; PIRES, A. V. Degradação ruminal e síntese de proteína microbiana em bovinos alimentados com silagem de sorgo contendo tanino suplementado com concentrado ou uréia **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.31, n.1, p.45-51, 2009.

ØRSKOV, E. R. **Protein nutrition in ruminants**. London : Academic Press, 1988. 180 p.
 PERDOMO, P. **Adaptación edáfica y valor nutritivo de 25 especies y accesiones de leguminosas arbóreas y arbustivas en dos solos contrastantes**. 1991. 128f. Tesis (Doutorado em Zootecnia) - Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuárias, Palmira, Valle, 1991.

_____ ; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, v.92, n.2, p.499, 1979.

PEREIRA E. S. ; QUEIROZ, A. C. ; PAULINO, M. F. ; CECON, P. R. ; VALADARES FILHO, S. C. ; MIRANDA, L. F. ; FERNANDES, A. M. ; CABRAL, L. S. Determinação das frações protéicas e de carboidratos e taxas de degradação in vitro da cana-de-açúcar, da cama de frango e do farelo de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1887-1893, 2000.

PEREIRA, J. C. ; GONZÁLEZ, J. ; OLIVEIRA, R. L. ; QUEIROZ, A. C. ; Cinética de degradação ruminal do bagaço da cevada submetido a diferentes temperaturas de secagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.1125-1132, 1999.

PRESTON, T. R. ; LENG, R. A. Better utilization of crop residues and subproducts in animal feeding research guidelines. **A practical manual for research workers**. ROMA : FAO, 1986. 154p.

QUEIROZ, A. C. ; BARBOSA, M. A. ; RESENDE, F. D. ; PEREIRA, J. C. ; DUTRA, A. R. Suplementação da palhada de milho na alimentação de bovinos. 2. Concentração de amônia ruminal e pH ruminal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.390-396, 1998.

QUIN, J. L. ; VAN DER WATH, J. G. ; MYBURGH, S. Studies on the alimentary tract of Merino Sheep in South Africa. IV- Description of experimental technique. **Ondersp. Journal Veterinary Science Animal Industry**, v.11, n.2, p.341-360, 1938.

RAKHMANI, S. ; BROOKER, J. D. ; JONES, G. P. ; PALMER, B. Composition of condensed tannins from *Calliandra calothyrsus* and correlation with in sacco digestibility. **Animal Feed Science and Technology**, v.121, n.1-2, p.109-124, 2005.

ROCHA JUNIOR, V. R. ; VALADARES FILHO, S. ; BORGES, A. M. ; MAGALHÃES, K. A. ; FERREIRA, C. C. B. ; VALADARES, R. F. D. ; PAULINO, M. F. Determinação do valor energético de alimentos para ruminantes pelo sistema de equações. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.473-479, 2003.

RODRIGUES FILHO, J. A. ; CAMARÃO, A. P. ; BATISTA, H. A. M. ; AZEVEDO, G. P. C. ; BRAGA, E. Efeito da Proporção de Casca de Semente Torta de Amêndoa de Dendê. In: Congresso Nordestino de Produção Animal. **Anais...** Fortaleza/CE. Novembro 1998. v.2, p.345-346.

_____ ; _____ ; LOURENÇO JUNIOR, J. B. **Avaliação de subprodutos agroindustriais para a alimentação de ruminantes.** Belém: Embrapa-CPATU, 1993. 15p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 75).

RODRIGUES FILHO, J. A. ; LOURENÇO JUNIOR, J. B. ; BATISTA, H. A. M. **Métodos práticos para cálculos de dieta para suplementação animal.** Belém: Embrapa-CPATU, 1992. 18p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 63).

ROFFLER, R. E. ; SATTER, L.D. Relationship between ruminal ammonia and nonprotein nitrogen utilization by ruminants. 1. Development of a model for predicting non-protein nitrogen utilization by cattle, **Journal of Dairy Science**, v.58, n.12, p.1880-1888, 1975.

RUSSEL, J. B. ; CONNOR, J. D. ; FOX, D. G. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: 1 - Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3551-3561, 1992.

SAMPAIO, J. B. M. **Experimental designs and modeling techniques in the study of roughage degradation in rumen and growth of ruminants.** 1998. 228f. Tese (Doctoral Animal Science I) - The University of Reading, 1988.

SANTOS, N. F. A. **Valor nutritivo de *Cratylia argentea* para suplementação de ruminantes na Amazônia Oriental.** 2007. 68f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal)- Universidade Federal do Pará. Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, 2007.

SATTER, L. D. ; ROFFLER, R. E. Nitrogen requirement and utilization in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.58, n.8, p.1219-1224, 1975.

_____ ; SLYTER, L. L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production "in vitro". **Brithanic Journal Nutrition**, v.32, n.7, p.199-205, 1974.

SHEM, M. N. ; ØRSKOV, E. R. ; KIMAMBO, A. E. Prediction of voluntary dry matter intake, digestible dry matter intake and growth rate of cattle from degradation characteristics. **Journal of Animal Science**, v.60, n.1, p.65-74, 1995.

SILVA, A. G. M. **Valor nutritivo de subprodutos da agroindústria e utilização do LIPE® como indicador externo em ovinos.** 2007. 12f. Tese (Doutorado em Zootecnia), - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

SILVA, H. G. O. ; PIRES, A. J. V. ; CUNHA NETO, P. A. Digestibilidade de dietas contendo silagem de capim-elefante amonizado e farelo de cacau ou tora de dendê em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.499-506, 2007.

SILVA, H. G. O. ; PIRES, A. J. V. ; SILVA, F. F. Farelo de cacau (*Theobroma cacao L.*) e torta de dendê (*Elaeis guineensis Jacq.*) na alimentação de cabras em lactação: consumo e produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1790-1798, 2005.

SILVA, J. F. C. ; LEÃO, M. I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes.** São Paulo: Livro Ceres, 1979. 380p.

SILVA, L. D. F. ; CASTRO, V. S. ; MORI, R. M. Degradabilidade *in situ* de silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum ssp*) farelo de algodão e torta de girassol em bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005. Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. p.42.

SLYTER, L. L. ; SATTER, L. D. ; DINIUS, D. A. Effect of ruminal ammonia concentration on nitrogen utilization by steers. **Journal of Animal Science**; v.48, n.4, p.906-12, 1979.

_____ ; _____ ; _____. Effect of ruminal ammonia concentration on nitrogen utilization by steers. **Journal of Animal Science**, v.48, n.4, p.906-12, 1979.

SNIFFEN, C. J. ; CONNOR, J. D. ; VAN SOEST, P. J. ; FOX, D.G. ; RUSSEL J. B. A Net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.

SOARES, A. P. M. **Ajuste do modelo de Orskov & Mcdonald (1979) a dados de degradação ruminal in situ utilizando mínimos quadrados ponderados.** 2007. 62f.. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz”, 2007.

SOUZA JUNIOR, A. ; OLIVEIRA, M. E. ; ALVES, A. A. Digestibilidade aparente de dietas contendo farelo de cacau ou torta de dendê em cabras lactantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.4, p.405-411, 2005.

_____ ; _____ ; _____. Digestibilidade de dietas contendo farelo de babaçu para ovinos em terminação. **Archivos de Zootecnia**, v.56, n.216, p.967-970, 2007.

SOUZA, J. R. T. ; CAMARÃO, A. P. ; RÊGO, L. C. Degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta de subprodutos da agroindústria, da pesca e de abatedouros em caprinos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.37, n.2, 2000.

TEIXEIRA, J. C. ; PAIVA, A. C. ; PEREZ, J. R. O. ; REIS, S. T. ; BARBOSA, A. C. Cinética da digestão ruminal da matéria seca e proteína bruta de diferentes suplementos protéicos em ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33. Fortaleza. CE. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1986. p.211.

VALADARES FILHO, S. C. ; MAGALHÃES, K. A. ; ROCHA JUNIOR, V. R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. CBQAL 2.0. 2 ed. Viçosa, MG: Suprema Gráfica Ltda, 2006. 329p.

VAN DYNE, G. M. Micro- methods for nutritive evaluation of range forages. **Journal Range Management**, v.15, n.6, p.303-313, 1962.

VAN HAMBURG, M. E. ; VAN SOEST, P. J. ; ROBERTSON, J. B. Corn silage neutral detergent fiber: refining a mathematical approach for in vitro rates of digestion. In: CORNELL NUTRITION COFERENCE, 2003, New York. **Proceedings...** New York, 2003. 2003. p.99-108.

VAN KEUREN, R. W. ; HEINEMAN, W. W. Study of nylon bag technique for “in vivo” estimation of forage digestibility. **Journal of Animal Science**, v.21, n.2, p.340-345, 1962.

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

_____. Use of detergents in the analyses of fibrous food. II. A rapid method for the determinations of fiber and lignin. **Journal Association Official Analysis Chemical**, n.46, p.829-835, 1963.

VASCONCELOS, V. R. ; RESENDE, K. T. ; PIMENTEL, J. C. M. ; CARVALHO, F. F. R. ; SILVA, E. R. ; XIMENES, L. J. Degradação ruminal de forrageiras nativas da caatinga e da leucena em caprinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33. Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p.249. 1996.

VILELA, G. L. ; VALADARES FILHO, S. C. ; SILVA, J. F. C. ; CECON, P. R. ; PEREIRA, J. C. ; ALMEIDA, R. C. Efeitos de diferentes rações nas degradabilidades “in situ” potenciais da matéria seca e da proteína bruta de vários alimentos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.3, p.333-341, 1994.

WALDO, D. R. ; SMITH, L. W. ; COX, E. L. Effect of forage quality on intake and forage-concentrate interactions. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.2, p.617-631, 1986.

WILSON, Q. T. ; LASCANO, C. E. *Cratylia argentea* como suplemento de un heno de gramínea de baja calidad utilizado por ovinos. **Pasturas Tropicales**, v.19, p.2-8, 1997.

XAVIER, D. F. ; CARVALHO, M. M. ; BOTREL, M. A. Curva de crescimento e acumulação de proteína bruta de leguminosa *Cratylia floribunda*. **Pasturas Tropicales**, v.12, p.35-38, 1990.

XENOFONTE, A. R. B. ; CARVALHO, F. F. R. ; BATISTA, A. M. V. ; MEDEIROS, G. R. ; ANDRADE, R. P. X. Desempenho e digestibilidade de nutrientes em ovinos com rações contendo farelo de babaçu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.11, p.2063-2068, 2008.

ZEOULA, L. M. ; PRADO, I. N. ; CECATO, U. ; BRANCO, A. F. ; DAMASCENO, J. C. ; WATANABE, M. M. ; FRIDRICH, D. ; BILIERO, C. L. Valor nutritivo de rações compostas de fontes de amido e de nitrogênio com alta e baixa degradabilidade ruminal. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.28, n.5, p.1159-1167, 1999.

2 DEGRADABILIDADE RUMINAL DE LEGUMINOSAS TROPICAIS

RESUMO - Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar as frações **a**, **b**, **c** e **kd** de matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro, contidas nas amostras de leguminosas tropicais (*Cratylia argentea*, *Flemingia macrophylla* (Willd.) Merrill, *Stylosanthes guyanensis* cv Campo Grande Embrapa), com idades de 55 e 75 dias, em ovinos fistulados no rúmen, pela técnica “*in situ*”. Para a determinação da degradabilidade ruminal foram utilizados quatro ovinos, machos, inteiros, com peso médio de 54 kg, submetidos a dieta volumosa, composta de 60% de Capim elefante cv napier roxo e 40% da leguminosa *Cratylia argentea*, à vontade, distribuída às 8 e 14 horas. Para a degradação das leguminosas incubadas no rúmen foram considerados os tempos de 12; 24; 36; 48; 72 e 96 horas para cada grupo de alimentos, incubados em sacos de náilon. Foram analisadas as três leguminosas, com 55 e 75 dias de idade. As degradabilidades efetivas da matéria seca (MS) das leguminosas foram, respectivamente, 35,55; 28,66 e 35,12% (55 dias à 5%/h) e 49,46; 24,71 e 43,46% (75 dias à 5%/h), respectivamente, proteína bruta (PB) foram de 67,40; 46,18 e 74,97% (55 dias à 5%/h) e de 67,51; 30,39 e 72,56 (75 dias à 5%/h) e da fibra em detergente neutro (FDN), respectivamente, de 18,03; 11,27 e 26,22% (55 dias à 5%/h) e de 26,68; 9,78 e 26,22% (75 dias à 5%/h). A *Cratylia argentea* apresentou maiores valores para a fração solúvel **a** da MS (27,80%), da fração insolúvel **b** da FDN (59,11%) e da fração insolúvel **b** da PB (28,74%) e elevada taxa para a fração de degradação **kd** da MS (7,23%/h). A *Flemingia macrophylla* (Willd.) Merrill apresentou os mais elevados valores para as frações indegradáveis **c** da MS (67,45%), **c** da FDN (70,58%) e **c** da PB (60,34%), e baixo valor para a fração insolúvel **b** da PB (13,33%), além de menor taxa para a fração **kd** (1,53%/h). A *Stylosanthes guyanensis* cv Campo Grande Embrapa apresentou elevados valores para a fração solúvel **a** da PB (65,66%), para a fração insolúvel **b** da MS (51,27%), para a fração insolúvel **b** da FDN (58,71%), bem como alta taxa para a fração **kd** (7,5%/h). As leguminosas *Cratylia* e *Stylosanthes* estudadas, por apresentarem altos valores de degradação das frações **a** e **b** da PB e da fração **b** da FDN, pode ser recomendada para formação de banco de proteína e suplementação alimentar, enquanto a *Flemíngia*, pelos elevados valores da fração indegradável **c** da MS, PB e FDN, sofre restrição para compor dietas de ruminantes.

Palavras-chave: Degradabilidade ruminal, *in situ*, leguminosas, ovinos, proteína bruta, matéria seca, fibra em detergente neutro, frações.

RUMINAL DEGRADABILITY OF TROPICAL LEGUMES

ABSTRACT - The aim of this study was to study the degradability of the dry matter (DM), crude protein (CP) and neutral detergent fiber (NDF) contained in the tropical legumes samples (*Cratylia argentea*, *Flemingia macrophylla* (Willd) Merrill, *Stylosanthes guyanensis* cv Campo Grande (Embrapa) with ages 55 and 75 days, by ruminal degradability. The ruminal degradability of the fractions **a**, **b**, **c** and **kd** were determined by using the *in situ* incubation in sheep. For evaluation of the ruminal degradability, four sheep were used, males, whole, with average weight live of 54 kg, were fed a diet containing 60% of elephantgrass and 40% of the legumes *Cratylia argentea* (Cratília), distributed at the 8 and 14 hours. For the degradability of legumes in rumen, were considered; 12, 24; 36; 48; 72 and 96 hours for each group of legumes in bags of **nylon**. Three legumes were studied: *Cratylia*, *Flemingia* and *Stylosanthes*, with ages of 55 and 75 days. The effective degradability of the DM, for the passage ratio of 5% an hour, were, in order, 35,55; 28,66 e 35,12% (55 days of 5%/h) and 49,46; 24,71 e 43,46% (75 days at 5%/h), and for the CP, were, in order, 67,40; 46,18 and 74,97% (55 days at 5%/h) and 67,51; 30,39 and 72,56 (75 days at 5%/h) and for the NDF, were, in order, 18,03; 11,27 e 26,22% (55 days at 5%/h) and 26,68; 9,78 e 23,79% (75 days at 5%/h). The *Cratylia* presented high value (27,80%) for the fraction **a** of the DM, the higher value (59,11%) for the fraction **b** of the NDF and the higher value (28,74%) for the fraction **b** of the CP and high value (7,23%/h) for the rate **kd** of DM. The *Flemingia macrophylla* (Willd.) Merrill presented the higher value (67,45%) for the indigestible fraction **c** of DM; low value (13,33%) for the fraction **b** of the CP and low value (1,53%/h) for the rate **kd** and high value (70,58%) for the indigestible fraction **c** of the NDF, high value (60,34) for the indigestible fraction **c** of the CP. The *Stylosanthes guyanensis* cv Campo Grande (Embrapa) presented the higher value (65,66%) for the fraction **a** of the CP; high value (51,27%) for the fraction **b** of DM; high value (58,76%) for the fraction **b** of the NDF and high value (7,5%/h) for the rate **kd**. The legumes *Cratylia* e *Stylosanthes* studied presented high degradability for the fractions **a** and **b** of the CP and for the fraction **b** of FDN, may recommended for ratio formulation and supply diet and bank of protein, but with restrictions for the legumes *Flemingia macrophylla* (Willd) Merrill with high values on indigestible fraction **c** for the DM, CP and NDF.

Key words: Ruminal degradability, *in situ*, legumes, crude protein, dry matter, neutral detergent fiber, sheep, fractions.

2.1 INTRODUÇÃO

As leguminosas que contêm tanino e elevados teores de lignina na composição química merecem avaliação da sua qualidade nutricional, no intuito de verificar a utilização dos seus nutrientes pelo animal. Na região Amazônica, as pesquisas são escassas sobre avaliação de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais, através da degradação ruminal “*in situ*”, o que dificulta a eficiência produtiva de ruminantes, principalmente, em sistemas silvipastoris. As leguminosas forrageiras arbustivas, particularmente em zonas do trópico úmido, produzem mais biomassa que as herbáceas, são mais tolerantes a seca, além de apresentarem capacidade de rebrota e oferta de forragem de boa qualidade, o ano inteiro.

Entretanto, as pastagens com gramíneas tropicais à medida que o vegetal amadurece, ocorre decréscimo de proteína, que pode limitar o consumo, enquanto que as leguminosas tropicais, além de conterem níveis superiores de proteína, ainda mantêm satisfatórios teores de proteína, com o processo de maturação (MERTENS, 1987; MERTENS 1993). Esse fato está associado a fixação de nitrogênio molecular (N₂), por bactérias existentes na suas raízes. As leguminosas tropicais arbustivas, como *Cratylia argentea* e *Flemingia macrophylla* (Willd) Merril, utilizadas como silagens e banco de proteínas, na alimentação de ruminantes, caracterizam-se por conterem tanino na sua composição (LASCANO, 1995; SANTOS, 2007; AVIZ, 2007), entre 1,0 e 8,0%.

A utilização do método “*in situ*” para avaliação de alimentos e volumosos vem se tornando uma técnica alternativa, pela simplicidade e ação direta, e de ser possível a determinação das taxas de degradação de nutrientes (HOVELL; NGAMBI; BARBER, 1986). Assim, o AFRC (1993) adota esse método, como técnica padrão para caracterizar a degradação ruminal de nutrientes, e por demonstrar resultados similares aos observados “*in vivo*”. Pesquisas desenvolvidas por Mehrez e Ørskov (1977), Ørskov e Mc Donalld (1979), Nocek (1988), Orskov (1988), Sniffen et al. (1982) utilizaram as variáveis **a**, **b** e **c** da fórmula: $Y(t) = a + b(1 - e^{-ct})$, para descrever a degradação de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) de alimentos incubados em sacos de náilon, no rúmen.

De acordo com Makkar (2003) e Chiesa et al. (2003) os taninos, polifenóis, agrupados como condensados e hidrolisáveis, tem a propriedade de ligar-se às moléculas de proteínas e carboidratos dessas forrageiras. Para Min et al. (2003), a concentração moderada de taninos condensados está relacionada à proteção da proteína da dieta, contra a degradação pelos microrganismos ruminais.

Em silagem de sorgo, com 1 a 2% de tanino, Molina et al. (2003) verificaram efeitos desse polifenol, sobre a degradabilidade potencial da matéria seca e CAMPOS; SATURNINO; SOUSA, 2003) relataram redução na degradação ruminal da matéria seca e proteína, enquanto Santos (2007) e Aviz (2007) não mencionam prejuízos, na digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro, em dietas de ovinos, quando a variação do tanino foi de 1 a 8% e teores de lignina entre 30,35 e 39,06%, , respectivamente, em *Cratylia argentea* e *Flemingia macrophylla* (Willd) Merril. Estudo com *Calliandra calothyrsus* não verificaram relação entre conteúdo de tanino condensado e degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta (RAKHMAN et al., 2005). As leguminosas com tanino condensado, de 6.0 a 9.0% na matéria seca, produzem redução na digestibilidade ruminal da fibra, devido a formação de complexos com a lignocelulose, que afeta os microrganismos celulolíticos (McSWEENEY et al., 2001).

O objetivo deste estudo foi determinar a composição química de leguminosas tropicais e avaliar pela técnica “in situ” a degradabilidade da matéria seca, da proteína bruta e da fibra em detergente neutro das leguminosas *Cratylia argentea*, *Flemingia macrophylla* (Willd) Merril, e *Stylosanthes guyanensis* cv Campo Grande (Embrapa) e suas degradabilidades potencial e efetiva.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas Instalações do Centro de Pesquisa de Caprinos e Ovinos do Pará (CPCOP) e no Laboratório de Nutrição Animal (LANA), do Instituto da Saúde e Produção Animal (ISPA), da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), em Belém, Pará (1°28' S e 48°27' W), em tipo climático Afi, segundo Köppen, com época mais chuvosa, de janeiro a junho, e menos chuvosa, de julho a dezembro, temperatura média anual de 26°C, precipitação pluvial anual de 3.000,1 mm, umidade relativa do ar de 86% e 2.389 horas de insolação (BASTOS et al., 2002).

As leguminosas (*Cratylia*, *Flemingia*, e *Stylosanthes* cv Campo Grande Embrapa) utilizadas para a determinação de degradabilidade “in situ” foram cortadas, para uniformização, a 0,30 m do solo, no mês de março de 2009, na época mais chuvosa e as amostras deste trabalho foram constituídas de folhas, pré-secadas em estufa ventilada, a 55°C, durante 72 horas. Posteriormente, foram moídas para a granulometria de 4 mm e cerca de cinco gramas de cada leguminosa testada, de idades diferentes (55 e 75 dias), foram colocadas em cada saco de náilon e incubadas no rúmen dos animais, por 12, 24, 36, 48, 72 e 96 horas.

As amostras das leguminosas em diferentes idades de corte foram incubadas, em quatro ovinos da raça Santa Inês, machos, inteiros, com peso médio de 54 kg, fistulados no rúmen, os quais foram submetidos à dieta básica (Tabela 1), para atender as exigências de manutenção.

Tabela 7 - Composição química dos nutrientes do experimento, como dieta básica e seus valores em matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), em %.

Alimento da dieta	Nutriente da dieta (%)			
	MS	PB	FDN	FDA
Capim elefante cv napier roxo	28,5	8,2	65,8	58,9
Leguminosa cratília	32,8	21,9	72,5	63,6

Os ovinos permaneceram confinados, em baias individuais, com 1,10 m de altura e 2,5 m x 3,0 m (7,5m²), durante a fase experimental, onde receberam alimentação, a base de 60% de capim elefante cv napier roxo (*Pennisetum purpureum Schum.*) e 40% da leguminosa Cratília (*Cratylia argentea*), distribuídos as 8 e 14 h, diariamente, além de mistura de sal mineral comercial, com macro e microminerais, à vontade, em cochos individuais. O período experimental teve 14 dias de adaptação à dieta e cinco dias de coleta de dados.

A rotina de trabalho para coleta de amostras do líquido ruminal dos ovinos obedeceu a mesma sequência de animais, coletando-se amostras para determinação de pH e N-NH₃, por animal. O pH das amostras ruminais foi medido, imediatamente após a coleta do líquido ruminal, com peagâmetro portátil digital, no tempo zero (t₀) do fornecimento da alimentação e após os tempos de 2, 4, 6, 8, 10 e 12 horas. A coleta para a determinação do nitrogênio amoniacal (N-NH₃) teve o mesmo procedimento e sua análise foi realizada, imediatamente, segundo Fenner (1965), modificado por Vieira (1980).

Os sacos de náilon tinham dimensão de 10 x 15 cm e porosidade de 50 µm, com aproximadamente 20 mg de amostras por cm², e foram incubados no rúmen e presos a corrente fina de ferro com 25 cm de comprimento, com elos de 1,5 cm de extensão, a qual foi presa à cânula, por intermédio de fio de náilon. Seis sacos de náilon foram amarrados, por elo, e distribuídos ao longo da corrente, incubados no rúmen, ao mesmo tempo, e retirados, em grupos de seis (um saco por alimento), por cada tempo de incubação, por ovino, e, posteriormente mantidos a -5°C, para análise e determinação da degradabilidade de nutrientes. O método para incubação dos sacos de náilon, no ambiente ruminal, foi o descrito por Nocek (1988), nos tempos de 0, 12, 24, 36, 48, 72 e 96 horas.

As frações solúveis (fração **a**) dos alimentos incubados foram determinadas em sacos de náilon que não foram incubados. Colocando-se os sacos imersos, em banho-maria, à 39°C, por 60 minutos (NOCEK, 1988; FRANCO; FRANCO; ANDRADE, 2004), e depois lavados, em água fria, e secos a 55°C, por 72 horas, em estufa ventilada, sendo, em seguida, esfriados, em dessecador, e, posteriormente, pesados. Após cada tempo de incubação, os sacos incubados foram retirados e imediatamente lavados e secos, em estufa ventilada, a 55°C, por 72 horas. Uma vez secos, foram pesados, para determinação da degradabilidade da MS, PB e FDN.

Com os valores obtidos de desaparecimento dos nutrientes, estimou-se a degradabilidade potencial (DP), em determinado tempo de incubação no rúmen (*t*), conforme descrito por Mehrez e Ørskov (1979). A perda de peso, em cada tempo de incubação, foi considerada como desaparecimento de nutrientes, e os parâmetros de degradação ruminal da MS, PB e FDN, ajustados pelo modelo de degradação potencial do alimento, sugerido por Mehrez e Ørskov (1977), Ørskov e McDonald (1979) : $D_p(t) = a + b(1 - e^{-ct})$, onde: **a** = fração solúvel; **b** = fração insolúvel; **c** = fração indegradável e **t** = tempo de incubação.

Para o cálculo da degradabilidade efetiva (DE) foi utilizada a equação proposta por Ørskov e McDonald (1979): $DE = a + (bc) / (c+k)$. Onde **a** = fração solúvel; **b** = fração potencialmente degradável; **c** = taxa constante de degradação da fração **b**; **k** = taxa de passagem, adotando-se as taxas de 2%, 5% e 8%/hora, referidas pelo AFRC (1993), correspondentes aos valores médios para animais em manutenção e altos níveis de produção.

Nas amostras dos alimentos foram determinados os teores de MS, PB, EE, FDN, FDA, Cinzas e Lignina, conforme AOAC (1995) e nitrogênio insolúvel na fibra em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel na fibra em detergente ácido (NIDA) e lignina indigerível em fibra ácida (LIDA), foram determinados o nitrogênio contido nos resíduos das determinações diretas da FDN e FDA (SILVA e QUEIROZ, 2006).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, alimentos como tratamentos, com quatro repetições, sendo cada repetição composta por um animal por alimento. As análises foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SAS System (SAS, 1993) sendo descritas pelo seguinte modelo estatístico: $Y_{ij} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$, em que: Y_{ij} = variáveis dependentes; μ = média das observações; β_j = efeito dos animais (blocos) do experimento; α_i = efeito dos alimentos; ε_{ij} = componente aleatório. Aplicou-se o teste de Tukey à 5% de probabilidade para comparação entre médias.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição química de nutrientes na folha das leguminosas estudadas, estão na Tabela 8.

Tabela 8 - Composição química de nutrientes na folha das leguminosas estudadas, e seus valores em matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina insolúvel em detergente ácido (LIDA), cinzas (CNZ), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIND) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NINA), em %.

Leguminosa/ Idade (dia)	Nutriente (%)								
	MS	PB	EE	FDN	FDA	LIDA ¹	CNZ	NIDN	NIDA
<i>Cratylia argentea</i> /55	19,32	27,62	4,64	63,3	55,61	15,01	1,27	17,13	11,22
<i>Cratylia argentea</i> /75	22,65	22,42	3,07	65,92	56,59	19,97	1,86	19,01	12,51
<i>Flemingia macrophylla</i> /55	23,66	19,59	3,14	68,78	62,05	35,99	1,93	14,25	12,54
<i>Flemingia macrophylla</i> /75	26,3	16,81	3,02	71,9	67,45	39,41	1,84	17,01	14,89
<i>Stylosanthes Campo Grande</i> /55	27,22	17,53	2,46	64,98	59,24	19,41	1,27	8,65	5,59
<i>Stylosanthes Campo Grande</i> /75	29,75	14,12	2,02	68,62	61,42	27,77	1,36	7,55	6,47

¹ % na FDA.

Pelos dados da leguminosa *Cratylia* verifica-se que seu conteúdo em PB é bastante elevado (27,62%), quando comparado ao da *Flemingia* (19,59%) e *Estilosantes* (17,53%), porém este com maior teor de nitrogênio associado à parede celular. Os valores de FDA e lignina, do presente trabalho, são superiores aos obtidos por Santos (2007), e que são similares em NIDA a *Cratylia* com conteúdo protéico, acima de 20%, contém elevada proporção de parede celular (63,3%) e FDA (55,61%) e lignina (15,01%) com NIDN (19,01%) e NIDA (12,51%). Os valores de FDN e FDA das leguminosas deste trabalho são superiores aos apontados por Santos (2007) e Lascano, Carulla (1992), e o de lignina menor que o obtido por Santos (2007) e maior que os de Longo (2002), Costa et al. (2004) e Ladeira (2002). Essa leguminosa é indicada como componente de banco de proteína para suplementação de ruminantes.

A leguminosa *Flemingia* possui conteúdo proteico abaixo de 20%, com elevados teores de parede celular (FDN e FDA) e na lignina teor de 35,99%, com 55 dias de idade e teor de 39,41%, com 75 dias, além do NIDN, de elevada proporção. Os valores da parede

celular são inferiores aos citados por Aviz (2007), mas assemelham-se ao de lignina, entretanto, são mais elevados que os de Costa et al. (2004).

A leguminosa Estilosantes cv Campo Grande (Embrapa), com seu valor protéico menor que 20%, possui elevados teores das frações fibrosas, com parede celular bastante lignificada (19,41%, aos 55 dias, e 27,77%, aos 75 dias), e ainda detém NIDN, associado à parede celular. Os valores de FDN, FDA e lignina, discordam de Godoy (2007), porém são similares na sua composição, em percentagem de PB (12 a 18%). Apesar dos valores relativamente elevados das frações fibrosas de FDN, FDA, NIDN, NIDA e LIDA, nas leguminosas Cratylia e Estilosantes, eles parecem não terem interferido, negativamente, nas degradabilidades potenciais da MS, PB e FDN. Esses valores tendem a apresentar resultados de desaparecimento decrescente, em função da diferença da idade da planta, com conseqüente maior conteúdo de LIDA. Silva (2007) afirma, em estudo de consumo e digestibilidade de feno de Tifton 85, que o teor elevado de FDN não interferiu no consumo de MS, enquanto Santos (2007), em Cratylia, com elevado teor lignificado (30%), demonstrou não haver interferência no consumo e digestibilidade da MS, PB e FDN.

Quanto a leguminosa Flemingia, os valores elevados para as frações fibrosas de FDN, FDA, NIDN, NIDA e LIDA, demonstram interferência nas degradabilidades potenciais da MS, PB e FDN. Nas idades de 55 e 75 dias, caracteriza-se por conter elevada proporção de lignina em fibra ácida (LIDA), respectivamente, com valores de 35,99% e 39,41%, e superior aos determinados na leguminosa Cratylia (19,97 % e 27,77% de LIDA), nas mesmas idades. A Flemingia, com essas características na sua composição química e degradação, apresenta restrições para compor banco de proteínas, como suplemento volumoso, na dieta de ruminantes.

A leguminosa Estilosantes possui as menores proporções em NIDN (7,55%) e NIDA (5,59%), quando comparada com outras leguminosas, e destaca-se pelo elevado valor da fração **a**, com nitrogênio pouco complexado, passível de ser indicada como componente de banco de proteína para ruminantes.

Os dados referentes à fração solúvel (**a**), fração insolúvel (**b**), fração indegradável (**c**), taxa de degradação **kd** (%/h), e a degradabilidade potencial (DP) obtida e a degradabilidade efetiva (DE) estimada, pelas taxas de passagem 2%, 5% e 8% (%/h) da MS das leguminosas estão representados, na Tabela 9.

Tabela 9 - Fração solúvel (**a**), fração insolúvel (**b**), fração indegradável (**c**), taxa de degradação (**kd**), degradabilidade potencial (DP), degradabilidade efetiva (DE) da matéria seca (MS) de leguminosas tropicais, para taxas de passagem de 2%, 5% e 8 %/h e coeficientes de variação (CV).

Leguminosa/ Idade (dia)	Fração (%)				DE (%/h)			
	a (%)	b (%)	c (%)	kd (%/h)	DP	2 (%/h)	5 (%/h)	8 (%/h)
Cratília/55	24,24a	35,74b	40,03b	2,63b	54,42b	42,89c	35,55b	32,44c
Cratília/75	27,80a	37,18b	35,03b	7,23a	64,82a	56,59a	49,46a	45,21a
Flemingia/55	23,39a	13,13c	63,49a	4,1a	34,92c	31,26d	28,66bc	27,41c
Flemingia/75	15,85bc	16,71c	67,45a	5,7a	33,46c	28,17d	24,71c	22,78a
Estilosante/55	13,26c	51,27a	35,48b	3,8ab	62,76 ^a	46,48bc	35,12b	29,56c
Estilosante/75	18,66b	42,22b	40,12b	7,5b	59,54ab	51,29ab	43,46a	38,68b
CV	10,02	8,67	6,01	32,5	5,62	7,33	8,49	8,32

Letras a, b, c na mesma coluna diferem entre subprodutos ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

Para a degradabilidade da MS da Cratília, não houve diferença significativa ($P > 0,05$), na fração solúvel **a**, entre as duas idades (55 e 75 dias). Na fração insolúvel **b**, os valores não diferiram ($P > 0,05$) entre as idades, e na fração indegradável **c** e a fração de degradação **kd**, os dados diferiram ($P < 0,05$) entre as idades estudadas. As taxas de degradação potencial DP e a DE da MS da Cratília, à 5%/h, não diferiram ($P > 0,05$) entre as idades.

Na degradabilidade da MS da Flemingia foi observada diferença ($P < 0,05$) entre os valores da fração **a**, entre as idades, porém não diferiram ($P > 0,05$) entre as frações **b** e **kd**. As taxas de DE da MS não diferiam ($P > 0,05$) entre as idades, cujos valores foram próximos. Nessa leguminosa o valor da fração **a**, foi de 24,24%, da fração **b**, de 35,74%, de 40,0%, para a fração **c**, e de 2,67 para a fração **kd** (%/h), que demonstra ser de fácil degradação e com fração potencialmente digestível. Aroeira e Xavier (1993), em estudo de degradação ruminal com a *Cratylia floribunda* (21,3% PB), em vacas, mencionam resultados para a fração solúvel **a**, de 22,8%, fração insolúvel **b**, de 43,3%, e **kd**, de 3,0%. Franzolin Neto, Herling, Nogueira Filho (1995), em estudo de degradação ruminal, em bubalinos, com a leguminosa soja perene (19,9% de PB e 59,4% de FDN), apresentam valores similares para a fração **a**, superior para a **b**, e inferior para a fração **c**, quando comparados com os obtidos neste estudo.

A Flemingia caracteriza-se por apresentar elevados valores para as frações fibrosas, com FDN de 70,34%, 64,75% de FDA e lignificação na sua composição química, com valor de 35,99A DE da MS da Cratília para a taxa de passagem de 5%/h foi inferior (35,55%) aos

valores encontrados por Franzolin Neto, Herling, Nogueira Filho (1995), que foi de 49,6%, e também aos citados por Aroeira e Xavier (1993) que foi de 53,8%. Observa-se que apesar de ser uma característica inerente ao alimento, os resultados descritos na literatura, nos experimentos conduzidos com leguminosas tropicais são variáveis e divergentes.

Essa leguminosa apresentou valor de 42,71%, para a fração solúvel **a**, 14,92%, para a fração insolúvel **b**, 65,47%, para a fração indegradável **c**, e 1,53%, para a fração **kd**, o que caracteriza baixa disponibilidade de carboidratos estruturais, na fração **b**, que são fontes de energia para as bactérias ruminais. Franzolin Neto, Herling, Nogueira Filho (1995), em Alfafa (19,5% de PB e 54% de FDN), mencionam valores semelhantes nas frações **a**, **b** e **c**. A DE da MS da Flemingia, à taxa de passagem de 5%/h, foi inferior (22,64%) ao valor encontrado por esses autores, de 52%, enquanto a Flemingia, aos 55 dias, teve menores degradações da fibra (13,13%) e DE (28,66% à 5%/h).

A leguminosa Estilosantes (semiarbustiva) apresentou valor de 13,26% (fração **a**), inferior aos da Cratilia e Flemingia, similares aos encontrados por Tonani, Ruggieri, Queiroz (2001). A Estilosantes caracteriza-se por conter elevados valores de FDN (68,62%), FDA (61,42%) e lignina (27,77%) e valor mais elevado para a fração **b** (51,27%). Franzolin Neto, Herling, Nogueira Filho (1995), em Puerária (15,7% PB e 64% FDN) apresentaram valores superiores para a fração **a**, inferior para a fração **b** e **c**, enquanto Moron et al. (2001), em feno de Alfafa, mencionam valores similares aos deste trabalho, para essas frações e DE da MS. Valor similar de DE da MS, à taxa de passagem 5%/h, foi observado por Ladeira et al. (2002), com feno de *Stylosantes guianensis*.

Valores referentes à fração solúvel (**a**) fração insolúvel (**b**), fração indegradável (**c**), taxa de degradação (**kd**), degradabilidade potencial (DP), degradabilidade efetiva (DE) da proteína bruta (PB) de leguminosas tropicais, para taxas de passagem de 2%, 5% e 8 %/h e coeficientes de variação (CV), estão na Tabela 10.

Tabela 10 - Fração solúvel (**a**) fração insolúvel (**b**), fração indegradável (**c**), taxa de degradação (**kd**), degradabilidade potencial (DP), degradabilidade efetiva (DE) da proteína bruta (PB) de leguminosas tropicais para taxas de passagem de 2%, 5% e 8 %/h e coeficientes de variação (CV).

Leguminosa/ Idade (dia)	Fração (%)			kd (%/h)	DP	DE (%/h)		
	a (%)	b (%)	c (%)			2 (%/h)	5 (%/h)	8 (%/h)
Cratília/55	55,07ab	28,74a	15,09c	3,62ab	82,81a	73,63ab	67,40b	64,47b
Cratília/75	54,95b	27,53a	17,53c	4,53ab	81,42a	73,35b	67,51b	64,55b
Flemingia/55	42,71c	14,94bc	42,35b	1,53b	54,02b	49,09c	46,18c	45,09c
Flemingia/75	26,34d	13,33c	60,34a	2,23ab	37,89c	33,24d	30,39d	29,21d
Estilosante/55	65,66a	19,15b	15,18c	5,54ab	84,07a	78,85a	74,97a	72,93a
Estilosante/75	58,76ab	24,84a	16,41c	14,84b	83,44a	77,16ab	72,56ab	69,18ab
CV	9,22	11,49	8,87	48,13	3,29	3,79	4,11	3,83

Letras a, b, c na mesma coluna diferem entre subprodutos ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

Não foram observadas diferenças estatísticas ($P > 0,05$) nas frações solúvel **a**, insolúvel **b** e **kd** da PB da Cratília, entre as duas idades. Pode-se constatar que não houve diferença ($P > 0,05$) para a fração **a** da Cratília e Estilosantes, na idade de 55 dias, porém diferiam ($P < 0,05$) da Flemingia, entre as duas idades. Por outro lado, a fração **a** da Flemingia diferiu ($P < 0,05$), entre as suas idades. Aroeira e Xavier (1993), em trabalho com degradação ruminal, em ovinos, com *Cratília floribunda*, (21,3% PB), apresentaram valores superiores para as frações solúvel **a** e insolúvel **b**.

As taxas de degradação DP e DE da PB, à taxa de 5%/h, não apresentaram diferença ($P > 0,05$), entre as duas idades. A Cratília apresentou 55,97%, para a fração **a**, 28,94% para a fração **b**, 15,09% para a fração **c**, e uma **kd**, com 3,62%/h, o que demonstra ser uma leguminosa de fácil digestão e contribuir como fonte nitrogênio, potencialmente degradável no rúmen, para o crescimento microbiano, apesar de conter frações aderidas à parede celular (NIDN), de 17,13%, NIDA de 11,2% e 15,01% de LIDA.

A leguminosa Flemingia para PB apresentou diferenças significativas ($P < 0,05$) nas frações **a** e **c**, porém não diferiu ($P > 0,05$) na fração insolúvel **b**. A fração insolúvel **b** foi diferente ($P < 0,05$) entre Cratília e Flemingia, nas duas idades. Não foram observadas diferenças ($P > 0,05$), na fração **b** da Flemingia, comparativamente ao Estilosantes, aos 55 dias, mas diferiram ($P < 0,05$), aos 75 dias. As taxas de degradação potencial (DP) e da DE da PB, à taxa de 5%/h, não apresentaram diferenças ($P > 0,05$), entre as idades.

Na leguminosa Estilosantes verificou-se que houve diferença ($P < 0,05$), entre as idades, na fração solúvel **a** e na insolúvel **b**, entretanto, não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) para a taxa constante de degradação **c**. A taxa de velocidade da fração de digestão **kd**, a degradabilidade potencial DP e as taxas de DE da MS, diferiram ($P < 0,05$), entre as idades.

Não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) nas frações **a**, **c** da leguminosa Estilosantes, nas duas idades, no entanto, houve diferença ($P < 0,05$) nos valores da fração insolúvel (**b**). Franzolin Neto, Herling, Nogueira Filho (1995), em degradação ruminal com bubalinos, com a leguminosa soja perene (19,9% PB e 59,4% FDN), apresentaram menores valores para as frações **a** e **b**, quando comparada com a Estilosantes. Os valores para a taxa da degradabilidade potencial (DP) e para DE da PB, com taxa de passagem à 5%/h, não diferiram ($P > 0,05$), entre as idades. A fração indegradável **c** não diferiu ($P > 0,05$), na Cratília e Flemingia, nas idades estudadas, entretanto, diferiram ($P < 0,05$), com as idades da Flemingia.

A Flemingia apresentou 42,71% de fração solúvel **a**, 14,94% na fração insolúvel **b**, 42,35% na fração indegradável **c** e 1,53%/h para a fração **kd**, aos 55 dias, e de 60,34%, para fração **c**, aos 75 dias, fração de difícil digestão, além de possuir elevada proporção de nitrogênio associado à parede celular e lignificação elevada (39,41% LIDA). Franzolin Neto, Herling, Nogueira Filho (1995) avaliando a alfafa, com 19,5% de PB e 54,5 de FDN, mencionam valor inferior ao da fração **a** e superior ao da fração **b**, e inferior DE da PB, para a taxa de passagem à 5%/h, quando comparados com os do presente trabalho.

Para a Estilosantes, observa-se 65,66%, na fração prontamente solúvel **a**, 19,15%, na fração insolúvel **b**, 15,18% na fração indegradável **c**, e 5,54%/h, na fração **kd**. O baixo valor da fração **c**, aos 55 dias, indica ser um alimento de fácil digestão no rúmen, e contribuir para a síntese de proteína microbiana. Franzolin Neto, Herling, Nogueira Filho et al. (1995) na avaliação de puerária, encontraram valor superior para a fração **a**, inferior na **b** e **kd**. A DE na PB, à 5%, foi superior à encontrado por Franzolin Neto, Herling, Nogueira Filho (1995) e Ladeira et al. (2001) com feno de leguminosas, porém inferior ao de Sales et al. (2000).

As taxas de degradação da fração **kd** para MS, PB e FDN de todas as leguminosas e subprodutos observados neste estudo, se comportaram segundo o NRC (2001), que determina valores de 2,0 a 9,2%/h, contudo diverge, apenas, na leguminosa Flemingia, que apresenta fração **kd** abaixo de 2%/h. Pinho (1997) e Popi, Minson, Ternouth (1981) citam valores, respectivamente, de 1,82 e 2,71%/h e 1,59 e 2,16 para a fração **kd**, para volumosos e concentrados.

As elevadas taxas obtidas e os diferentes valores da degradabilidade da fração **a** das leguminosas avaliadas confirmam a afirmação de Broderick (1995), na qual as leguminosas

forrageiras apresentam elevada taxa de degradação ruminal de sua proteína, e que realmente há diferenças entre as degradabilidades da PB de diferentes leguminosas. Resultados obtidos para menores degradabilidades de algumas leguminosas são atribuídos pela condensação de tanino, que tem a propriedade de ligar-se à PB e a carboidratos, e também, devido a proteína complexada com a lignocelulose, que afeta os microrganismos celulolíticos, e pela proteção contra a degradação da proteína pela microbiota ruminal (MAKKAR, 2003; MIN et al. 2003; CAMPOS, SATURNINO, SOUSA 2003; RAKHMAN et al. 2005; GODOY, 2007; ABDALLA et al. 2008; OLIVEIRA et al. 2009).

Valores referentes à fração solúvel (**a**), fração insolúvel (**b**), fração indegradável (**c**), taxa de degradação (**kd**), degradabilidade potencial (DP), degradabilidade efetiva (DE) da fibra em detergente neutro (FDN) de leguminosas tropicais para taxas de passagem de 2%, 5% e 8 %/h e coeficientes de variação (CV), estão apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 - Fração solúvel (**a**), fração insolúvel (**b**), fração indegradável (**c**), taxa de degradação (**kd**), degradabilidade potencial (DP), degradabilidade efetiva (DE) da fibra em detergente neutro (FDN) de leguminosas tropicais para taxas de passagem de 2%, 5% e 8 %/h e coeficientes de variação (CV).

Leguminosa/ Idade (dia)	Fração (%)				DE (%/h)			
	a (%)	b (%)	c (%)	kd (%/h)	DP	2 (%/h)	5 (%/h)	8 (%/h)
Cratília/55	0	53,79 ab	46,21 bc	2,54 a	48,82 a	29,94 a	18,03 a	12,91 ab
Cratília/75	0	59,11 a	40,91c	4,85 a	46,42 a	38,98 a	26,68 a	20,55 a
Flemingia/55	0	29,42 c	70,58 a	3,54 a	25,54 b	17,13 b	11,27 b	8,48 b
Flemingia/75	0	30,95 c	69,05 a	2,38 a	26,92 b	16,41 b	9,78 b	6,99 b
Estilosante/55	0	58,71 a	41,29 c	4,28 a	56,74 a	38,95 a	26,22 a	19,85 a
Estilosante/75	0	50,85 b	49,15 b	4,49 a	49,85 a	34,84 a	23,79 a	18,09 ab
CV	-	5,73	5,11	53,74	8,98	17,29	27,91	34,14

Letras a, b, c na mesma coluna diferem entre subprodutos (P < 0,05) pelo teste Tukey.

Entre as amostras de leguminosas avaliadas, a Cratília apresenta valores que não diferiram (P>0,05), entre as duas idades, para as frações insolúvel **b**, para a indegradável **c** e para a **kd**. Também, constata-se que não houve diferença (P>0,05) para a fração **b**, da Cratília e Estilosante, aos 55 e 75 dias, entretanto, diferem (P>0,05), na Flemingia, nas mesmas idades.

As taxas de degradação potencial DP e a DE da FDN, para a taxa de 5%/h, não apresentaram diferenças (P>0,05), entre as idades da Cratília e da Estilosantes. A fração

indegradável **c** não foi diferente ($P>0,05$), entre a Cratília e a Estilosantes, nas duas idades, porém, diferiram ($P<0,05$) com a Flemingia, o que concorda com Chesson et al., (1985), que afirmam haver variações nos valores das frações da degradabilidade entre os alimentos.

Os valores da fração insolúvel **b**, da fração indegradável **c** e taxa de degradação **kd**, da leguminosa Flemingia não diferiram ($P>0,05$) entre as suas duas idades. A leguminosa Estilosantes apresenta valores para as frações **b** e **c** que diferiram ($P<0,05$), entre as idades, porém, não houve diferença ($P >0,05$) nos valores obtidos na fração **kd**, entre as suas idades, degradabilidade potencial DP e DE da FDN (5%/h), entre as idades. Nos dados obtidos para a fração **b** pode-se constatar que houve diferença ($P<0,05$) entre a Estilosantes e a Flemingia, aos 55 dias, o mesmo ocorre na idade de 75 dias, porém, a Estilosante, aos 55 dias, não diferiu ($P>0,05$) com a Cratília, nas duas idades. Entretanto, a fração **b** da Estilosantes, aos 75 dias, diferiu ($P<0,05$) com valor da fração **b** da Cratyliia, aos 55 dias.

Com esses valores pode-se inferir que não ocorre divergências na fração **b e c**, para as diferentes idades da leguminosa estilosantes. Nos valores obtidos, a fração indegradável **c** da Estilosantes, aos 55 dias, difere ($P<0,05$) do encontrado para a Flemingia, e não diferem ($P>0,05$) com a Cratília, porém, aos 75 dias, difere ($P<0,05$) com a Flemingia.

Os valores obtidos para a **kd** da Estilosantes não apresentam diferenças ($P>0,05$) entre a Flemingia e a Cratília, nas duas idades. A DE da FDN, na taxa de 5%/h, da Estilosantes, diferiram ($P<0,05$) com a Flemingia, aos 55 e 75 dias, porém não diferiu ($P>0,05$) com a Cratília.

Na avaliação dos dados pode-se constatar que houve diferença ($P<0,05$) nos valores da fração indegradável **c** da Flemingia, com os da fração **c** da Cratília e Estilosantes, nas duas idades, sendo que a Flemingia apresenta elevado valor (70,58%), na fração **c**, o que caracteriza conter parede celular de difícil degradação. As taxas de degradação potencial DP e a DE da FDN, na taxa de 5%/h, não diferiram ($P>0,05$), entre as idades. Os valores de degradabilidade potencial DP e da DE da FDN, na taxa de passagem de 5%, não diferiram ($P>0,05$) nas diferentes idades da Estilosante e Cratyliia, entretanto, diferiram ($P<0,05$), nas idades, da Flemingia.

A Cratília apresentou fração potencialmente degradável **b** de 53,79%, fração indegradável **c** de 46,21% e **kd** de 2,5%/h. A fração potencial **b** da Cratília apresentou elevado valor, quando comparado ao da Flemingia e similar ao da Estilosante, o que demonstra que o componente da parede celular (15,01% de LIDA e 55,61% de FDA) não prometeram sua degradação. Franzolin Neto, Herling, Nogueira Filho (1995) apresenta soja perene, respectivamente, valores de 9,9%; 53,4% e 8,2%, para as frações **a**, **b** e **c** (%/h), semelhantes

ao da fração **b** e superior ao da fração **kd** deste trabalho. Vale ressaltar que a determinação entre as duas leguminosas diferiram na avaliação das frações **c** (%/h), por Franzolin Neto, Herling, Nogueira Filho (1995) e com as frações **b**, **c** e **kd**. Valadares Filho et al. (2006), na olha da Jurema Preta, com 16,55% PB, valores similares para as frações **b** e **kd**, e inferior a Aroeira e Xavier (1993), para a fração **b** da *Cratília floribunda*. A taxa de DE da FDN, à 5%/h, verificado por Franzolin Neto, Herling, Nogueira Filho (1995), com a Soja, Valadares Filho, Magalhães, Rocha Junior (2006), na folha Jurema Preta e Aroeira e Xavier (1993), em *Cratylia floribunda*, podem ser comparados com os valores obtidos com a Cratília.

A taxa de degradação da fração **kd** da Cratília, aos 55 dias, foi de 4,85%/h, com DP de 56,42% e DE (5%/h) de 26,6%, é superior ao valor obtido por Aroeira e Xavier (1993), em *Cratylia floribunda folha* e ao citado por Valdares Filho, Magalhães, Rocha Junior (2006) para avaliação da folha da Jurema Preta, porém inferior ao da Alfafa (FRANZOLIN NETO, HERLING, NOGUEIRA FILHO 1995). A taxa de degradação **kd** da Flemingia (55 dias), de 3,54%/h, com DP de 25,54% e DE da FDN (5%/h), de 11,27%, é inferior ao observado por Franzolin Neto, Herling, Nogueira Filho (1995), em alfafa e superior ao relatado por Valadares Filho, Magalhães, Rocha Junior (2006), na folha da Jurema Preta. A taxa de degradação **kd** da Estilosantes, com DP de 56,54% e DE de 26,22% /h, é inferior ao encontrado por Franzolin Neto, Herling, Nogueira Filho (1995), em Puerária, superior aos de Valadares Filho, Magalhães, Rocha Junior (2006), na folha da Jurema Preta, e Aroeira e Xavier (1993), na folha da *Cratylia floribunda*.

Existem grandes variações nos valores encontrados na literatura, referentes à taxa de degradação **kd**, nas diferentes leguminosas tropicais e concentrados, no entanto os valores deste trabalho estão de conformidade com a faixa recomendada de 2,9 a 9,2%/h, pelo NRC (1985) e pelo NRC (2001).

A Flemingia apresentou 29,42% de fração insolúvel **b**, considerado baixo, quando comparado com os obtidos na Cratília e Estilosantes, nas idades estudadas, deduzindo-se ser de menor degradação no rúmen, e demonstra que o componente parede celular, com 39,41% de LIDA e o teor de 67,45%, de FDA, comprometem a degradação da fração insolúvel **b**. A fração indegradável **c** teve valor de 70,58% e de 3,54% para **kd**. Franzolin Neto, Herling, Nogueira Filho et al. (1995), em Alfafa, mencionam valores superiores aos encontrados no presente trabalho para as frações **a**, **b**, **c** e **kd** (%/h), e inferior a fração indegradável **c**. Valadares Filho, Magalhães, Rocha Junior (2006), na folha de em Mororó, com 19,9% de PB, determinaram valor inferior para a fração **b** e superior para **kd**, quando compara-se às duas leguminosas.

Os dados de degradação da FDN de leguminosas tropicais, na literatura, são extremamente variados e divergentes. Os valores de 70,58%, para a fração indegradável **c** da Flemingia, com 16,8% PB, e o de 49,51%, para a fração indegradável **c** da Estilosante, com 14,5% de PB, confirmam estas divergências. As taxas de DE da FDN, à 5%/h, verificada por Franzolin Neto, Herling, Nogueira Filho (1995), com a Alfafa, e Valadares Filho, Magalhães, Rocha Junior (2006), na folha de *Mororó* podem ser comparados com os valores obtidos na Flemingia, aos 55 dias. Pode-se inferir que a leguminosa Flemingia apresenta o mais elevado resultado para a fração indegradável **c**, entre as leguminosas estudadas, constituindo-se, ainda, como fração lentamente degradável no rúmen e com a DE da FDN (5%/h), com o valor de 11,27%, considerado muito baixo, quando relacionados com as outras leguminosas.

Na Estilosantes a fração insolúvel **b** apresenta valor de 58,71%, considerado próximo ao da Cratília, aos 55 dias, e superior ao de 29,42%, para a Flemingia, deduzindo-se ser de boa degradação no rúmen e demonstra que o componente da parede celular (LIDA) e o teor de FDA, não comprometeram a degradação da fração insolúvel **b**. A fração indegradável **c** na Estilosantes apresentou valor de 41,29% e **kd** de 4,28%/h. Franzolin Neto, Herling, Nogueira Filho (1995), em Puerária, relatam valores inferiores para as frações **a**, **b** e **c** (%/h), e superior **kd**, quando comparados aos deste trabalho. Valadares Filho, Magalhães, Rocha Junior (2006), na avaliação da folha da Jurema Preta, mencionam valores similar para a fração **b** e inferior a **kd**, quando comparados com os da Estilosantes, aos 55 dias de idade, porém inferior ao citado por Aroeira e Xavier (1993), na fração **b** da *Cratylia floribunda*. A taxa de DE da FDN, à 5%/h, de acordo com Franzolin Neto, Herling, Nogueira Filho (1995), com a Puerária, Valadares Filho, Magalhães, Rocha Junior (2006), na folha da Jurema Preta. Os valores encontrados por Aroeira e Xavier (1993), em *Cratylia floribunda*, podem ser comparados com os de Estilosantes, deste trabalho. Pode-se inferir que a leguminosa Estilosantes apresenta elevada taxa de degradação para a fração **b** da FDN, constituindo-se como potencialmente degradável no rúmen, e passível de fornecer energia, através de carboidratos estruturais para as bactérias celulolíticas, e DE da FDN (5%/h), com valor de 26,22%.

2.4 CONCLUSÕES

As leguminosas *Cratylia argentea* e *Stylosanthes guyanensis* cv *Campo Grande* (Embrapa) apresentaram elevada degradação das frações **a** e **b** da proteína bruta e da fração **b**

da fibra em detergente neutro, e recomenda-se para formação de banco de proteína e suplementação alimentar de ruminantes.

A leguminosa *Flemingia macrophylla* (Willd) Merril apresentou elevados valores de frações fibrosas, com difícil degradação da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro, e apresenta restrição como fonte suplementar de volumoso, para utilização na dieta de ruminantes.

REFERÊNCIAS

ABDALLA, A. L. ; FILHO, J. C. S. ; GODOI, A. R. ; CARMO, C. A. C. ; EDUARDO, J. L. P. Utilização de subprodutos de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n.37, p.260-258, 2008. (Suplemento especial).

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCL (AFRC). **Technical committee on responses to nutrients: energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureaux International, 1993. 159p.

AROEIRA, L. J. M. ; XAVIER, D. F. Digestibilidade e degradabilidade da *Cratylia floribunda* no rúmen. **Pasturas Tropicales**, v.13, n.3, 1993.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (A.O.A.C.). **Official methods of analysis**. 16. ed. Arlington: AOAC International, 1995. 143p.

AVIZ, M. A. B. **Valor nutritivo da leguminosa *Flemingia macrophylla* (Willd) Merrill para suplementação alimentar de ruminantes na Amazônia Oriental**. 2007. 45f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Pará. Centro de Ciências Agrárias. Núcleo de Estudos em Ciência Animal. 2007.

BASTOS, T. X. ; PACHECO, N. A. ; NECHET, D. ; SÁ, T. D. A. **Aspectos climáticos de Belém nos últimos cem anos**. Belém: Embrapa-Amazônia Oriental, 2002. 31p (Embrapa-Amazônia Oriental. Documentos, 128).

BRODERICK, G. A. Desirable characteristics of forage legumes for improving protein utilization in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2760-2773, 1995.

CAMPOS, W. E. ; SATURNINO, H. M. ; SOUSA, B. M. Degradabilidade *in situ* da silagem de quatro genótipos de sorgo com e sem tanino. I- Matéria seca e proteína bruta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.55, p.209-215, 2003.

CARMO, C. A. ; BERCHIELLI, T. T. ; ANDRADE, P. ; ZEOLA, N. M. B. L. Degradabilidade da matéria seca e fibra em detergente neutro da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) com diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6 p. 2126-2133, 2001. (Suplemento).

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

CHIESA, E. D. ; ARBOITTE, M. Z. ; BRONDANI, I. L. ; MENEZES, L. F. G. ; RESTLE, J. ; SANTI, M. A. M. Aspectos agronômicos de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) no desempenho e economicidade de novilhos confinados. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.30, n.1, p.67-73, 2003.

COSTA, A. C. O. ; SANTOS, S. A. ; SILVA, R. A. M. S. ; MELO, J. C. P. ; PETZOLD, H. V. Composição química e toxidez de *Mimosa wendelliana* em bezerros. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SOCIOECONÔMICOS DO PANTANAL. 4., 2004. Corumbá – MS. **Anais...** Corumbá - MS. 2004.

FRANCO, A. V. M. ; FRANCO, G. L, ANDRADE, P. Parâmetros ruminais e desaparecimento da MS, PB e FDN da forragem em bovinos suplementados em pastagens na estação seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1316-1324, 2004.

FRANZOLIN NETO, R. ; HERLING, V. R. ; NOGUEIRA FILHO, J. C. M. Degradabilidade “in situ” de gramíneas e leguminosas em búfalos sob pastejo. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.1, p.8-19, 1995.

GODOY, P. B. **Aspectos nutricionais de compostos fenólicos em ovinos alimentados com leguminosas forrageiras**. 2007. 90f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 90. p.2007.

HOVELL, F. D. B. ; NGAMBI, J. W. W. ; BARBER, W. P. The voluntary intake of hay sheep in relation to its degradability in the rumen as measured in **nylon** bags. **Animal Production**, v.42, n.1, p.111-118, 1986.

LADEIRA, M. M. ; RODRIGUEZ, N. M. ; BORGES, I. ; GONÇALVES, L. C. ; SALIBA, E. O. S. ; MIRANDA, L. F. Balanço de Nitrogênio, degradabilidade de aminoácidos e concentração de ácidos graxos voláteis no rúmen de ovinos alimentados com feno de *Stylosanthes guianensis*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p.2357-2363, 2002.

LASCANO C. E. **Calidad nutritiva y utilización de *Cratylia argentea***. En: PIZARRO, E. A Y CORADIN, L (Eds). **Potencial del Género *Cratylia* como leguminosa forrageira**. Brasília : EMBRAPA, CENARGEN, CPAC y CIAT, 1995. p. 83-97.

LASCANO, C. E. ; CARULLA, J. Quality evaluation of tropical leguminous trees and shrubs with tannins for acid soils. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM RUMINANTES, Lavras, 1992. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992. p.108-129.

LONGO, C. **Avaliação do uso de *Leucaena leucocephala* em dietas de ovinos da raça Santa Inês sobre o consumo, a digestibilidade e a retenção de nitrogênio.** 2002. 62f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, 2002.

MAKKAR, H. P. S. Effect and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. **Small Ruminant Research**, v.49, n.3, p.241-256, 2003.

McDONALD, I. A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. **Journal Agricultural Science**, v.96. n.1, p.251-252, 1981.

McSWEENEY, C. S. ; PALMER, B. ; McNEILL, D. M. ; KRAUSE, D. O. Microbial interactions with tannins: nutritional consequences for ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v. 91, n. 1-2, p. 83-93, 2001.

MEHREZ, A. Z. ; ØRSKOV, E. R. ; McDONALD, I. Rate of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **British Journal of Nutrition**, v.38, n.3, p.437-443, 1977.

MERTENS, D. R.; Predicting intake and digestibility using mathematic models of ruminal function. **Journal Animal Science**. v.64,n.8. p.1548-1558. 1987

_____. Rate and extent of digestion. In: FORBES, J.M., FRANCE, J. (Eds.). Quantitative aspects of digestion and metabolism. Cambridge, England: **Cambridge University**, 1993. P.13-51.

MIN, B. R. ; BARRY, T. N. ; ATTWOOD, G. T. ; McNABB, W. C. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.106, n.1-4, p.3-19, 2003.

MOLINA, L. R. ; RODRIGUEZ, N. M. ; SOUZA, B. M. ; GONÇALVES, L. C. ; BORGES, I. Parâmetros de degradabilidade potencial na matéria seca e da proteína bruta das silagens de seis genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), com e sem tanino no grão avaliados pela técnica “in situ”. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.222-228, 2003.

MORON, I. R. ; TEIXEIRA, J. C. ; FILHO, J. S. S. B. ; PEREZ, J. R. P. ; MUNIZ, J. A. ; PAIVA, P. C. A. ; VILELA, D. Cinética de degradação ruminal e matéria seca de alimentos concentrados e volumosos através das técnicas *in vitro* e *in situ*. **Ciência Agrotécnica**, v.25, n.5, p.1185-1194, 2001.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Ruminant nitrogen usage**. Washington, DC. 1985. 138 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of dairy cattle** . 7 ed. Washinton: Academic Press, 2001. 381 p.

OLIVEIRA, S. G. ; BERCHIELLI, T. T. ; PEDREIRA, M. S. ; FERNANDES, J. J. R. ; PIRES, A. V. Degradação ruminal e síntese de proteína microbiana em bovinos alimentados com silagem de sorgo contendo tanino suplementado com concentrado ou uréia **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.31, n.1, p.45-51, 2009.

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

ØRSKOV, E. R. Protein nutrition in ruminants. **London Academic Press**. 1988. 180p.

PINHO, M. N. G. **Avaliação da degradabilidade ruminal in situ de capim coast cross (*Cynodum dactylon* (L.) Pers.) comparando-se dois métodos de colheita**. 1997. 40f. Monografia (Graduação em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, 1997.

POPPI, D. P. ; MINSON, D. J. ; TERNOUTH, J. H. Studies of cattle and sheep eating leaf and stem fractions of grasses. II. Factors controlling the retention of feed in reticulum rumen. **Australian Journal Agriculture Research**, v.32, n.1, p.99-121, 1981.

RAKHMANI, S. ; BROOKER, J. D. ; JONES, G. P. ; PALMER, B. Composition of condensed tannins from *Calliandra calothyrsus* and correlation with in sacco digestibility. **Animal Feed Science and Technology**, v.121, n.1-2, p.109-124, 2005.

SALES, E. C. J.; EVANGELISTA, A. R.; TEIXEIRA, J. C. Degradabilidade in situ de cultivares de alfafa (*Medicago sativa* L.) In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. p.65.

SANTOS, N. F. A. **Valor nutritivo de *cratylia argentea* para suplementação de ruminantes na Amazônia**. 2007. 68f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do PARÁ. Centro de Ciências Agrárias. Núcleo de Estudos em Ciência Animal. Belém. Pará, 2007.

SAS INSTITUTE. SAS/STAT **User's guide: statistics**. 4.ed.Version 6; v.2. Cary: 1993. 943p.

SILVA, A. G. M. **Valor nutritivo de subprodutos da agroindústria e utilização do LIPE ® como indicador externo em ovinos**. 2007. 126f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

SILVA, D. J. ; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. 3. Ed. Viçosa, MG : UFV, 2006. 235p.

SNIFFEN, C. J. ; CONNOR, J. D. ; VAN SOEST, P. J. ; FOX, D. G. ; RUSSEL, J. B. A Net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.

TONANI, F. L. ; RUGGIERI, A. C. ; QUEIROZ, A. C. Degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca e da fibra em detergente neutro em silagens de híbridos de sorgo colhidos em diferentes épocas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.53, p.100-104, 2001.

VALADARES FILHO, S. C. ; MAGALHÃES, K. A. ; ROCHA JUNIOR, V. R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. CBQAL 2.0. 2. ed. Viçosa, MG: Suprema Gráfica Ltda, 2006, 329p.

VIEIRA, P. F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações para ruminantes**. Viçosa, MG: UFV, 1980. 98f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, MG, 1980.

WALDO, D. R. ; SMITH, L. W. ; COX, E. L. Model of cellulose disappearance from the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.55, n.1. p.125-129, 1972.

3 DEGRADABILIDADE RUMINAL DE SUBPRODUTOS DA AGROINDÚSTRIA

RESUMO: Este experimento teve como objetivo a determinação dos parâmetros de degradabilidade ruminal da matéria seca, da proteína bruta e da fibra em detergente neutro e de suas frações **a**, **b**, **c** e **kd**, contidas nas amostras de subprodutos da agroindústria, pela técnica “*in situ*”. Para avaliação da degradação ruminal foram utilizados quatro ovinos, fistulados no rúmen, machos, inteiros, com peso médio de 54 kg, submetidos a dieta volumosa, composta de 60% de Capim Elefante cv Napier roxo e 40% da leguminosa *Cratylia argentea*, à vontade e 400 gramas/animal/dia de ração comercial, com 18% de proteína bruta (PB), distribuída às 8 e 14 horas. Para a degradação dos alimentos incubados no rúmen foram considerados os tempos de 12; 24; 36; 48; 72 e 96 horas, para cada grupo de alimentos incubados, em sacos de náilon. Foram avaliados cinco subprodutos: farelo de algodão, torta de babaçu, farelo de dendê, farelo de coco e resíduo de cervejaria úmido. As degradabilidades efetivas da matéria seca (MS) dos subprodutos foram, respectivamente, de 53,39; 63,39; 50,37; 62,63 e 36,88% (5%/h); da PB, respectivamente, de 68,94; 65,94; 81,86; 67,81 e 48,64% (5%/h), e para fibra em detergente neutro (FDN), respectivamente, de 19,92; 38,79; 39,64; 47,21 e 22,71% (5%/h). O farelo de algodão apresentou elevado valor para a fração insolúvel **b** da MS (52,55%) e menor taxa para a fração de degradação **kd** (2,84%/h). O resíduo de cervejaria úmido apresentou o menor valor para a fração solúvel **a** (29,04%) e menor taxa para a fração **kd** (5,23%/h). A torta de babaçu apresentou valor de 51,33% para a fração insolúvel **b** da PB e a menor taxa para a fração **kd** (3,34%/h). O farelo de dendê apresentou elevado valor para a fração indegradável **c** da FDN (31,84%) e elevada taxa para a fração **kd** (7,37%/h). O farelo de coco apresentou os mais elevados valores para a fração solúvel **a** da MS (42,81%) e para a fração indegradável **c** da FDN (22,31%). Os subprodutos estudados demonstraram elevados valores de degradação das frações **a** e **b** da PB e da fração **b** da MS e FDN, sendo recomendados na formulação de rações para ruminantes.

Palavras-chave: Degradabilidade ruminal “*in situ*”, subprodutos, ovinos, proteína bruta, matéria seca, fibra em detergente neutro, frações.

RUMINAL DEGRADABILITY OF THE AGRINDUSTRY BY-PRODUCTS

ABSTRACT: This experiment carried out with objective to determine the degradability of the dry matter (DM) crude protein (CP) and neutral detergent fiber (NDF) contained in the by-products samples proceeding from agrindustry, by ruminal degradability. The ruminal degradability of the fractions **a**, **b**, **c** and **kd** from feeds, were determined by using the *in situ* incubation in sheeps. For evaluation of the ruminal degradability, were used, four sheeps, males, whole, with average weight live of 54 kg, were fed a diet containing 60% of elephantgrass, 40% legumes *Cratylia argentea* (*Cratylia*) and 400 grams / animal/ day of concentrade, contend 18% of crude protein, distributed at 8 and 14 hours. For the degradability of feeds in rumen, were considered; 12, 24; 36; 48; 72 and 96 hours for each group of feeds in bags of **nylon**. Five by-products were studied: cottonseed meal, babassu meal, palm meal, coconut meal and wet brewer's residue. The effective degradability for the DM, were, in order, 53,39; 63,39; 50,37; 62,69 and 36,88% (5%/h); for the passage ratio of 5% an hour, and for the CP, were, in order, 68,94; 65,94; 81,86; 67,81 and 48,64% (5%/h), and for the NDF, were, in order, 19,92; 38,79; 39,64; 47,21 and 22,71% (5%/h), for the same passage ratio. The cottonseed meal presented high value "52,53%" for the fraction **b** of MS and low value (2,84% an hour) for the rate **kd**. The wet brewer's residue presented low value (29,04%) for the fraction **a** of the PB, and high rate (5,23% an hour) for the rate **kd**. The babassu meal presented high value (51,33%) for the fraction **b** for the PB and low rate (3,34% an hour) for the rate **kd**. The palm meal presented high value (31,84%) for the fraction **c** of the NDF and high value (7,37% an hour) for the rate **kd**. The coconut meal presented high value (42,81%) for the fraction **a** of the DM and high value (22,31%) for the fraction **c** of the NDF. The by products studied presented high values of degradability for the fractions **a** and **b** of the CP and for the fraction **b** of the DM and are recommended for ration formulation of ruminants.

Key-words: Ruminal degradability, *in situ*, by-products, crude protein, dry matter, neutral detergent fiber, sheeps, fractions.

3. 1 INTRODUÇÃO

Existe crescente aumento e diversificação do setor agroindustrial no país e, em alguns estados da Amazônia, a industrialização de alimentos alternativos oriundos da agroindústria gera significativa disponibilidade de resíduos e subprodutos, os quais podem constituir fontes alternativas na formulação de rações para alimentação de ruminantes. A utilização desses componentes da agroindústria como fonte de proteína e energia, estimula o interesse de estudos que visem o seu aproveitamento por esses animais, tornando os sistemas de produção economicamente produtivos.

A produção de tortas, a partir de oleaginosas, correspondente ao biodiesel produzido em 2008, pode ser estimada em 3.676.566 toneladas, das quais, 3.261.316 t são provenientes de soja, 318.240 t de algodão, 61.200 t de dendê, 23.182 t de mamona e 12.629 t de girassol (ABDALLA et al., 2008). Na avaliação de alimentos alternativos para alimentação de ruminantes, no que se refere à sua composição química e digestibilidade “*in vitro*” na matéria orgânica, Rodrigues Filho et al. (1993) relataram que, na região Amazônica, basicamente, no Estado do Pará, existem disponibilidade de diversos subprodutos da agroindústria, resíduos de beneficiamento de produtos agrícolas e restos de cultivos, que podem ser aproveitados racionalmente, na alimentação de ruminantes.

Dentre os alimentos regionais avaliados, farelo de dendê, farelo de arroz, farelo de algodão, torta de babaçu, bagaço de maracujá, e cevada (resíduo de cervejaria úmido), foram os alimentos que apresentaram maiores possibilidades de utilização na ração animal. A adição desses componentes na composição de rações, devido ao preço e disponibilidade favoráveis, em relação a certas fontes de proteína, convencionalmente usadas na formulação de rações, pode constituir uma boa alternativa na nutrição animal (RODRIGUES FILHO et al., 1996).

Na Amazônia, alguns resíduos de culturas e da agroindústria estão disponíveis, em grande escala, e podem ser utilizados na ração de ruminantes, principalmente nas épocas de maior estiagem, quando há deficiência de gramíneas forrageiras, de boa qualidade, o que provoca deficiência de nutrientes (SANTOS, 2007). A produção de grãos de cevada, no país em 2005, foi de 3,2 milhões de toneladas e, considerando-se que são usados outros cereais na produção do mosto da cerveja, estima-se que a fabricação de cerveja, no Brasil, em 2005, produziu de 2 a 3 milhões de toneladas do resíduo de cervejaria úmido (GERON et al., 2007).

São importantes as pesquisas na avaliação de subprodutos de plantas oleaginosas, tortas e farelos, para alimentação de ruminantes, pois constituem fontes de renda para os

produtores, através da produção de carne e leite, e geram receitas advindas do uso de óleos, com gorduras saturadas. Na formulação de uma ração para ruminantes é importante que sejam fornecidos nutrientes, em quantidades suficientes e adequado valor nutricional, para manutenção e produção, e estabelecidos através de padrões econômicos de alimentação, e permitir bom desempenho animal. O valor nutricional de um alimento é representado pela associação de sua composição química, digestibilidade e consumo voluntário. A composição química de um componente alimentar é o primeiro passo para o conhecimento do seu valor nutricional, seguida pela determinação de sua qualidade, através dos processos de digestão e absorção dos nutrientes e, finalmente, o consumo voluntário completa o ciclo de estudos, determinando a sua aceitação pelo animal e favorece o seu desempenho.

Na formulação de uma dieta de subprodutos e leguminosas, para ruminantes em produção, deve-se considerar o fornecimento de níveis adequados de matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro. A proteína bruta é convencionalmente adotada como indicativo para expressar a necessidade e o teor protéico dos alimentos para ruminantes, tendo em vista ser um dos nutrientes mais caros da ração, sendo responsável por elevar a produtividade animal. Esse fato tem determinado, nos últimos anos, o considerável interesse em pesquisas que indiquem os processos que favoreçam a redução das perdas de compostos nitrogenados pelos ruminantes (RUSSEL, CONNOR, FOX et al., 1992). A degradabilidade de proteínas da ração no rúmen é um fator importante no processo de avaliação dos requisitos protéicos dos ruminantes e a sua valorização nos alimentos e sua avaliação estimada pela degradação “*in situ*”, vem sendo indicada para servir na determinação da degradabilidade ruminal (AFRC, 1993). Para Aroeira, Lopes e Dayrell (1994), o conhecimento da degradabilidade efetiva da proteína bruta (PB) e da fibra em detergente neutro (FDN) dos alimentos poderá contribuir para o cálculo de rações mais eficientes.

Por outro lado, o balanceamento de uma ração é feito obedecendo a um critério na relação volumoso e concentrado onde se estabelece uma proporcionalidade entre essas duas partes, consistindo ora de maior proporção para o volumoso, ora para o concentrado, dependendo do sistema produtivo adotado. Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar a composição química de subprodutos da agroindústria e avaliar pela técnica “*in situ*” as frações degradáveis da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro dos alimentos farelo de algodão, torta de babaçu, farelo de dendê, farelo e coco e resíduo de cervejaria úmido e suas degradabilidades potencial e efetiva.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas Instalações do Centro de Pesquisa de Caprinos e Ovinos do Pará (CPCOP), e no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do Instituto da Saúde e Produção Animal (ISPA) da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), no município de Belém, localizado a 1° 28' de latitude sul e 48° 27' de longitude, oeste de Greenwich (em tipo climático Afí, segundo Köppen, com época mais chuvosa, de janeiro a junho, e menos chuvosa, de julho a dezembro, temperatura média anual de 26°C, precipitação pluvial anual de 3.000,1 mm, umidade relativa do ar de 86% e 2.389 horas de insolação (BASTOS et al., 2002).

Foram utilizados cinco subprodutos da agroindústria (farelo de algodão, torta de babaçu, farelo de dendê, farelo de coco e resíduo de cervejaria úmido) para o estudo de degradabilidade “*in situ*”. Amostras representativas dos subprodutos, sem caracterização, foram obtidas em lojas comerciais do estado, posteriormente, estas amostras foram moídas para atingirem a granulometria de 2 mm. Cerca de oito gramas de cada alimento testado, foram colocados cada um, em saco de náilon e incubadas no rúmen dos animais por 12, 24, 36, 48, 72 e 96 horas, sendo que o procedimento de incubação por alimentos por cada tempo de incubação obedeceu ao esquema de 5 subprodutos x 6 tempos de incubação x 4 repetições por alimento, ao longo do período experimental.

As amostras dos diferentes alimentos foram incubadas em quatro ovinos da raça Santa Inês, machos, inteiros, com peso médio de 54 kg, fistulados no rúmen, os quais foram submetidos a uma dieta básica (Tabela 12), para atender as exigências de manutenção dos animais.

Tabela 12 – Composição química dos nutrientes do experimento, como dieta básica e seus valores em matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), em %.

Alimento	Nutriente da dieta			
	MS	PB	FDN	FDA
Capim Elefante cv. napier roxo	29,8	7,9	68,2	54,6
Leguminosa Cratília	31,5	22,5	73,8	67,1

Os ovinos permaneceram confinados, em baias individuais, suspensas do solo a 1,10 m de altura, com 2,5 m x 3,0 m (7,5m²), durante a fase experimental, onde receberam em

cochos individuais alimentação volumosa a base de 60% de capim elefante cv. napier roxo e 40% da leguminosa cratília (*Cratylia argentea*), à vontade, e 400 gramas de uma ração comercial com 18 % PB por animal por dia distribuídos às 8 e 14 horas, diariamente, além de receberem mistura comercial de sal mineral, com macro e microminerais à vontade, em cochos individuais. O período experimental compreendeu quatorze dias de adaptação à alimentação e cinco dias para o período de coleta de dados.

A rotina para coleta de amostras do líquido ruminal dos ovinos obedeceu sempre a mesma sequência para os animais, coletando-se conteúdo ruminal visando a determinação de pH ruminal e nitrogênio amoniacal (N-NH₃) por animal, sendo o pH das amostras ruminais medido imediatamente após a coleta do líquido ruminal com peagâmetro portátil digital no tempo zero (t₀) de alimentação, e aos tempos de 2, 4, 6, 8, 10 e 12 horas após o fornecimento da alimentação. A determinação do nitrogênio amoniacal (N-NH₃) teve o mesmo procedimento para o pH e a análise de N-NH₃ foi determinado, imediatamente no laboratório, segundo Vieira (1980). O método utilizado foi o descrito por Nocek (1988), com os seguintes tempos de incubação no ambiente ruminal (12, 24, 36, 48, 72 e 96 horas).

Os sacos de náilon tinham dimensão de 10x15 cm e porosidade de 50 µm (ANKOM®), com aproximadamente 20 mg (base de MS) de amostras por cm² foram incubados no rúmen e presos a uma corrente fina de ferro de, aproximadamente, 25 cm de comprimento com elos de 1,5 cm de extensão, e esta presa à cânula, por intermédio de um fio de náilon. Cinco sacos de náilon foram amarrados por elo, sendo distribuídos ao longo da corrente, incubados no rúmen, ao mesmo tempo, e retirados em grupos de 5 (1 saco por alimento), por cada tempo de incubação, por ovino. Após o tempo de incubação foram mantidos a -5°C, para posterior análise e determinação da degradabilidade de MS, PB e FDN, de acordo com Nocek (1988) com os tempos de incubação no ambiente ruminal de 12, 24, 36, 48, 72 e 96 horas.

As frações solúveis (fração **a**) dos alimentos foram determinadas para cada período de incubação, e colocando-se os sacos de náilon imersos em banho-maria à 39°C, sob agitação constante por 60 minutos, (NOCEK, 1988), depois lavados em água fria e secos a 55°C, por 72 horas, em estufa ventilada, sendo posteriormente esfriados em dessecador e em seguida, devidamente pesados. Depois de cada tempo de incubação, os sacos foram retirados e imediatamente lavados e secos, em estufa de ventilação forçado a 55°C, por 72 horas. Uma vez secos, foram pesados para determinação da degradabilidade da MS da PB e da FDN. Logo depois, uma fração de cada amostra do resíduo foi submetida à ação de detergente

neutro para a determinação de FDN, de acordo com metodologia segundo Silva e Queiroz (2006).

A perda de peso observada em cada tempo de incubação foi considerada como desaparecimento de nutrientes. A degradação ruminal da MS, PB e FDN foram ajustados utilizando-se o modelo de degradação sugerido por Mehrez e Ørskov (1977), Ørskov e McDonald (1979), como segue: $DP(t) = a + b(1 - e^{-ct})$, em que **a** = fração solúvel; **b** = fração insolúvel; **c** = taxa de degradação, e **t** = tempo de incubação. Neste trabalho, a fração **c** corresponde ao resíduo encontrado no saco de náilon, após o período de incubação, no rúmen e **kd** a taxa de degradação. Para o cálculo da degradabilidade efetiva (DE) da MS, PB e FDN foi utilizada a equação proposta por Ørskov e McDonald (1979): $DE = a + (bc) / (c+k)$, em que **k** = taxa de degradação, adotando-se as taxas de 2%, 5% e 8%/hora, referidos pelo AFRC (1993), correspondentes aos valores médios para animais em manutenção, e altos níveis de produção, respectivamente. Nas amostras dos alimentos e nos resíduos incubados foram determinados os teores de MS, PB, EE, FDN, FDA, CINZAS, e LIGNINA, conforme AOAC (1990) e o nitrogênio insolúvel na fibra em detergente neutro (NIDN), o nitrogênio insolúvel na fibra em detergente ácido (NIDA), foram determinados analisando-se o nitrogênio contido nos resíduos provenientes das determinações direta da FDN e da FDA, segundo Silva e Queiroz (2006).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, alimentos como tratamentos, com quatro repetições, sendo cada repetição composta por um animal por alimento. As análises foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SAS System (SAS, 1993) sendo descritas pelo seguinte modelo estatístico: $Y_{ij} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$, em que: Y_{ij} = variáveis dependentes; μ = média das observações; β_j = efeito dos animais (blocos) do experimento; α_i = efeito dos alimentos; ε_{ij} = componente aleatório. Aplicou-se o teste de Tukey à 5% de probabilidade, para comparação entre médias.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição química dos subprodutos da agroindústria, os valores de nitrogênio indigerível na fibra em detergente neutro (NIDN) e na fibra em detergente ácido (FIDA), estão Tabela 13).

Tabela 13 - Composição química de nutrientes dos subprodutos da agroindústria estudados, e seus valores em matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), cinzas (CNZ), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), em %.

Subprodutos	Nutriente (%)								
	MS	PB	EE	FDN	FDA	LIG ¹	CNZ	NIDN	NIDA
Farelo de algodão	92,29	35,42	9,17	75,62	57,19	18,37	3,80	25,01	11,07
Torta de babaçu	92,64	23,03	5,61	71,27	53,78	8,30	2,23	15,67	3,52
Farelo de dendê	92,33	14,65	6,28	69,41	58,69	17,81	2,85	21,51	6,72
Farelo de coco	89,30	20,17	13,99	69,57	49,16	5,16	2,40	17,61	3,29
Resíduo de cervejaria úmido	91,40	25,56	7,72	60,57	54,14	8,15	3,90	20,07	10,9

¹ % na FDA

O subproduto farelo de algodão proveniente da cultura do algodão evidenciou-se por conter o mais elevado conteúdo de parede celular (FDN) entre os subprodutos da agroindústria em estudo, com lignina(18,37 %), e ainda, com elevada proporção de nitrogênio ligado à esta (NIDN), e também, com o mais alto valor de nitrogênio ligado à FDA, quando comparado com os outros subprodutos.

Comparativamente, os valores para parede celular, do farelo de algodão, da torta de babaçu, do farelo de dendê e do farelo de coco estão próximos, porém superiores ao do resíduo de cervejaria úmido(RCU). Já o valor da FDA do farelo de coco destaca-se em conter menor valor, ao passo que o farelo de algodão e o farelo de dendê apresentam valores elevados em lignina quando comparados aos valores dos demais subprodutos.

Os valores estão concordantes aos obtidos por Silva (2007), Rodrigues Filho et al. (1996) e Silva et al.(2008). Destacam-se no farelo de algodão os elevados teores de proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido, lignina, extrato etéreo demonstrando possuir parâmetros para um alimento proteico. O valor de PB do farelo de algodão, foi inferior ao de Malafaia et al. (1997) e Aroeira et al. (1995) e superior aos de Souza, Camarão e Rego (2000) e Castillo et al. (1993).

O subproduto farelo de algodão apresentou a maior proporção do seu nitrogênio (N) total associado à fibra em detergente neutro, e com valor de 25,01% de NIDN, e com teor de 18,37% de lignina.

O subproduto torta de babaçu resultante da industrialização do coco de babaçu caracterizou-se por mostrar elevado teor em parede celular (FDN), porém com menor índice de lignina quando relacionado com o farelo de algodão e o farelo de dendê. Os valores para FDN, estão inferiores aos de Valadares Filho, Magalhães e Rocha Junior (2006); Rocha Junior et al. (2003), porém superiores ao de Silva (2007), Xenofonte et al. (2008), e para a lignina o encontrado está inferior ao de Silva (2007) e superior ao de Rocha Júnior et al. (2003). A torta de babaçu caracterizou-se por conter teores de proteína bruta, extrato etéreo e de lignina relativamente baixos, em fibra, em comparação aos outros subprodutos estudados.

Este produto caracterizou-se por conter elevado conteúdo de parede celular (FDN) com 71,67%, pouco lignificada (8,30%) e nitrogênio indigerível na fibra em detergente neutro (15,67%), de elevada proporção ligada a esta. Valores estes que divergem de Silva (2007), Souza, Camarão e Rego (2000) e estão similares a Rocha Júnior et al. (2003) e próximo aos de Albuquerque (2006) e Valadares Filho et al. (2006). A divergência de teores na composição química da torta de babaçu e de outros subprodutos deste trabalho deve-se aos diferentes processos de obtenção (PEREIRA et al. 2000; SILVA, 2007).

Com relação ao subproduto farelo de dendê resultante da industrialização do fruto da palmácea dendê, caracteriza-se por conter alto teor de parede celular, com elevada proporção de proteína ligada a esta (NIDN) e um valor alto de lignina(17,81%). O achado em FDN para o farelo de dendê está inferior aos de Silva et al. (2007) e Silva et al. (2005).

O farelo de dendê contém elevados teores de frações fibrosas (71,67%) que associando-se ao baixo conteúdo de proteína bruta (14,65%), caracterizando-se como um subproduto da agroindústria com similaridade à alimentos volumosos. Destaca-se ainda, uma considerável percentagem de lignina (17,81%), valor superior ao do encontrado por Silva, Pires e Cunha Neto (2007) e Valadares Filho, Magalhães, Rocha Junior (2006).

O farelo de coco proveniente da extração da fração lipídica da polpa de coco destaca-se pelo elevado conteúdo em parede celular (69,75%), e com menor teor de FDA de (49,16%) e de lignina (5,16%), além de elevada proporção de nitrogênio indigestível em fibra detergente neutro (17,61%). Os valores obtidos são bastante próximos aos de Silva (2007), (18,10% PB) porém superiores aos de Valadares Filho, Magalhães, Rocha Junior (2006) (22,9% PB) e aos de Krhisnamoorthy, Muscot e Sniffen (1995) e de Weisbjerg (1996).

Os valores de composição química do resíduo de cervejaria úmido destacam-se por conter médio teor de proteína bruta (25,56%), elevados teores de FDN (60,57%), de FDA (54,14) e lignina (8,15%). O resíduo de cervejaria úmido resultante da fabricação de cerveja, no processo de desidratação por aquecimento (50 a 80°C) resultante em polpa úmida de

cervejaria ou bagaço de cevada, mostrou elevado conteúdo observado nas frações NIDN(20,07%) e NIDA(10,90%).

Estes achados são observados por Van Soest (1965) indicando a existência de reações de Maillard conduzindo a formação de lignina artificial, impactando em nitrogênio lignificado (NIDA), e em nitrogênio associado à parede celular (NIDN). Valores obtidos que concordam com Krhisnamoorthy, Muscot e Sniffen (1995); Pereira et al. (1999), Zeoula et al. (1999). Nele também evidencia-se baixos teores de proteína, extrato etéreo, porém valores relativamente altos fibra em detergente neutro e na fibra em detergente ácido.

Os valores para parede celular (FDN) para o farelo de algodão, torta de babaçu, farelo de dendê e farelo de coco estão similares, porém superiores ao do resíduo desidratado de cervejaria, estando lignificados, sendo os maiores valores em lignina, representados pelos farelo de algodão e farelo de dendê.

Os valores referentes à fração solúvel (**a**); fração insolúvel (**b**); fração indegradável (**c**); fração de degradação (**kd**%/h); a degradabilidade potencial (DP) obtida e a degradabilidade efetiva (DE) estimada pelas taxas de passagem 2 (%/h); 5 (%/h) e 8 (%/h) da matéria seca dos subprodutos da agroindústria, estão na Tabela 14.

Tabela 14 - Fração solúvel (**a**), fração insolúvel (**b**), fração indegradável (**c**), taxa de degradação (**kd**), degradabilidade potencial (DP), degradabilidade efetiva (DE) da matéria seca (MS) dos subprodutos da agroindústria, para taxas de passagem de 2%, 5% e 8 %/h e coeficientes de variação (CV).

Subproduto	Fração (%)				DE (%/h)			
	a (%)	b (%)	c (%)	kd (%/h)	DP (%)	2 (%/h)	5 (%/h)	8 (%/h)
Farelo de algodão	34,55 b	52,53 a	12,87 c	2,84 a	83,14 a	65,07 a	53,39 a	48,20 a
Torta de babaçu	35,38 ab	50,83 a	13,79 c	7,37 a	85,16 a	72,02 a	63,39 a	57,98 a
Farelo de dendê	37,84 ab	37,36 b	24,78 b	6,07 a	75,08 a	65,96 a	50,37 a	54,02 a
Farelo de coco	42,81 a	38,32 b	18,87 bc	5,49 a	80,77 a	70,63 a	62,69 a	58,23 a
RCU	21,01 c	33,08 b	45,91 a	5,35 a	52,79 b	43,64 b	36,88 b	33,36 b
CV(%)	10,19	11,05	20,18	5,40	6,66	9,03	11,12	13,31

Letras a, b, c na mesma coluna diferem entre subprodutos ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

O farelo de algodão apresentou para a degradação da matéria seca valor da fração solúvel **a**, de 34,56%, e degradação da fração **b**, de 52,57%, e de 12,87% para fração **c**, que demonstra ser um alimento de fácil digestão. Em relação a taxa de degradação (**kd** da MS) observou-se não haver efeito ($P > 0,05$) entre os subprodutos. Entretanto, a DE da MS para o

farelo de algodão na taxa de passagem 5%/h foi pouco menor (53,39%) neste trabalho. Os resultados obtidos para a fração **b** não diferiram ($P>0,05$) do farelo de algodão e da torta de babaçu, assim como, os valores conseguidos para a fração **b** destes alimentos farelo de dendê, farelo de coco e resíduo de cervejaria úmido (RCU) foram semelhantes ($P>0,05$), porém os valores de farelo de algodão e torta de babaçu diferiram ($P<0,05$) quando comparado com os dados de farelo de dendê, farelo de coco e RCU.

A comparação para a fração solúvel **a** não diferiu ($P>0,05$) para o farelo de algodão, torta de babaçu e farelo de coco, porém houve diferença ($P<0,05$) quando comparado com o RCU, e os alimentos farelo de dendê e farelo de coco não diferiram ($P>0,05$) entre si. Os valores de degradabilidade potencial DP para MS dos subprodutos não diferiram ($P>0,05$) menos para o resíduo de cervejaria úmido e para a DE da MS destes subprodutos, porém houve diferença ($P<0,05$) do RCU em relação aos outros subprodutos. A DE da MS encontrada foi de 53,35 % (5 %/h), sendo que Marcondes et al. (2009) mencionam para este alimento o valor de 60,01% (5 %/h) para DE da MS e os valores de 33,62% (fração a); 56,30% (fração b) e 4,4% (**kd**), sendo a taxa de degradação (**kd**) encontrada por esses autores mais elevada que o **kd** (2,84%/h) deste trabalho.

Os valores obtidos para MS do farelo de algodão podem ser comparados aos descritos na literatura, de 23,56% (fração **a**) e 52,09% (fração **b**), encontrados por Souza, Camarão e Rêgo (2000), de 39,0% (fração **a**) e 39,19% (fração **b**), por Silva, Pires e Silva (2005) e valores de 21,33% (fração **a**); 63,37% (fração **b**) e 4,19% (**kd**), mencionados por Moreira, Rodrigues e Fernandes (2003).

Nos estudos dos subprodutos da agroindústria verifica-se uma variação muito grande nos parâmetros de degradabilidade ruminal, talvez deva-se isto a falta de padronização dos subprodutos obtidos na indústria, relacionados à sua composição química (teor de proteína bruta, resíduos de casca, teor de linter, teor de lipídios, fração fibrosa) e venham influenciar nos resultados obtidos (PEREIRA et al., 2000; SILVA; 2007).

Os valores obtidos para MS do farelo de algodão, com 35,42% de PB, foram para fração **a**, de 34,46%, e para a fração **b**, de 50,58%, divergentes aos descritos na literatura, respectivamente, de 23,42 e 39,08% (CUNHA, MELOTTI, LUCCI,1998), de 23,56% e 52,09% (SOUZA; CAMARÃO E RÊGO, 2000), e de 39,09% e 39,19% (SILVA; PIRES; SILVA, 2005).

Aroeira et al. (1996), para degradação da MS do farelo de algodão, citam valores de 73,1% na DP, 41,1% na DE e para fração **kd** de 3,9%, superior aos 2,84% (**kd**) determinados neste estudo. Os valores deste trabalho são coerentes, pois há baixo teor de proteína,

associado à parede celular (NIDN/N total). Não obstante, há discordâncias com os valores relatados por Valadares Filho, Magalhães e Rocha Junior, 2006, em farelo de algodão com 38% de PB, respectivamente, de 27,11%; 45,23% e 7,53%, para as frações **a**, **b** e **kd**. Moreira, Rodrigues e Fernandes (2003) verificaram valores de 21,33%; 63,37% e 4,19%, na mesma ordem.

Analisando-se os parâmetros de degradação da matéria seca (MS) da torta de babaçu foi verificado, para a fração **a**, valor de 35,38%, com elevada taxa de degradação da fração **b**, de 50,83% e de 13,79%, para a fração **c**, os quais são similares aos da degradação da MS do farelo de algodão ($P > 0,05$). Silva (2007), ao trabalhar “*in situ*” com ovinos, na avaliação da torta de babaçu, com 15,28% de PB, encontrou valores de 32,0% (fração **a**), 65% (fração **b**), 4,6 (**kd** %/h), 40,52% para DE da MS à 5%/h para a taxa de passagem, o que difere com os resultados deste trabalho, nas frações **a**, **b** e **kd** e na DE da MS, enquanto Marcondes et al. (2009), encontraram valores de 50,62% (fração **a**), 65% (fração **b**), 3% (**kd** %/h), com discordâncias para a fração **b** e **kd** a DE da MS. Valadares Filho, Magalhães e Rocha Junior., (2006) relatam estimativas de 22,70% (fração **a**); 28,69% (fração **b**) e 11,43% (**kd** %/h), e Marcondes et al. (2009) relatam que a torta de babaçu com 16,99% de PB, considerada como energético, teve menor degradação efetiva da MS (47,98%, à taxa de 5%), em decorrência de sua elevada proporção de FDA (25,01%), quando comparado ao farelo de algodão, torta de girassol e farelo de soja.

Valor de 7,37 (%/h) de **kd** do presente trabalho está dentro da variação determinada pelos NRC (1985) e NRC (2001), em alimentos volumosos e concentrados, na degradação da MS, de 2,0% a 9,2%, e por Marcondes et al. (2009), respectivamente, de 2,8%; 2,9%; 3,0%, 4,4%; 5,7% e 9,7%, de **kd** (%/h), em silagem de milho, casca de café, farelo de babaçu, farelo de algodão (38% PB), farelo de algodão (46% PB) e farelo de girassol.

A torta de babaçu, deste trabalho, com 23,03% PB; 71,27% FDN; 53,78% FDA; 8,30% lignina; 15,67% NIDN e 3,52% NIDA, com suas frações fibrosas lignificadas, aparentemente não influenciaram, diminuindo o valor na DE da MS (63,39%), para a taxa de 5%/h).

A avaliação da degradabilidade da MS do farelo de dendê apresenta valores semelhantes aos observados no farelo de algodão e torta de babaçu, com 37,85% de fração **a**, 37,36% de fração **b**; 24,78% de fração **c**, 7,07% de fração **kd** (%/h) e 50,37%, à taxa de 5%/h, para DE da MS. Carvalho et al. (2006), com o farelo de dendê, apresentam valores de 7,6%; 69,3%; 23,1% e 0,9%, respectivamente, para as frações **a**; **b**, e **kd**, e 18,1 % de DE da MS

(5%/h), comportando-se com valor muito inferior nas frações **kd** e **a**, e na DE, porém superiores aos da fração **b**, deste estudo.

A avaliação do farelo de coco apresentou valores de 42,81% para a fração **a**, 38,32% para a fração **b**, 18,87% para a fração **c** e 5,49% para a fração **kd**. A DE da MS, de 62,69%, foi superior a do RCU (36,88%), para a taxa de 5%/h. Silva (2007), na degradação de subprodutos “*in situ*”, com ovinos, menciona valores de 32,0% (fração **a**); 65,44% (fração **b**); 4,6% (fração **kd** %/h) e 63,68% de DE da MS, para taxas de 5%/h, para o farelo de coco.

As degradabilidades efetivas da MS, nas diferentes taxas de passagem, foram elevadas nos subprodutos estudados, sendo superiores a 65%; 53% e 48%, para as taxas de 2%; 5% e 8%/h, respectivamente, e atingiram taxa máxima de 72,0%, o que demonstra serem alimentos com fontes de nutrientes disponíveis ao crescimento microbiano, com restrição para o resíduo desidratado de cervejaria, cujos valores foram de 43,64%, 36,88% e 33,36%, respectivamente, na mesma ordem. Owens e Goetsch (1993) demonstraram que o **kd** pode ser influenciado pelo processamento do alimento, o qual altera a sua superfície, o que aumenta a taxa de degradação microbiana.

A avaliação do RCU indicou baixo valor de DE da MS, de 36,88%, para a taxa de passagem de 5%/h e para a fração **a** (21,01%), o que caracteriza que esse alimento, desidratado à 55°C/72 horas, tem baixa e lenta degradação da MS, com valores para a fração **b** e **kd**, respectivamente, de 33,08% e 5,35%, diferentes aos mencionados por Pereira et al. (1999), respectivamente, de 18,01% e 4,42%/h.

O farelo de coco destaca-se na degradação da MS, por apresentar a mais elevada fração **a**, de 42,81%, enquanto o RCU com o mais baixo valor de 21,01%. Contudo, o farelo de algodão e a torta de babaçu destacam-se nos valores da fração **b**, e o resíduo desidratado de cervejaria, com o mais elevado valor da fração **c** (45,91%). Martins et al. (1999) mencionam valores de 42,8; 36,5 e 9,0%, respectivamente, para as frações **a**, **b** e **c**, e de 65,9%, para DE da MS, do RCU.

Com os valores obtidos, pode-se inferir que o farelo de algodão com 52,57% e a torta de babaçu com 50,83%, na fração **b**, e o farelo de coco com 42,1%, na fração **a**, como sendo alimentos de elevada fração **kd**, na degradação ruminal para MS. Os valores referentes aos parâmetros não lineares **a**, **b**, **c** e **kd** e a DE da PB, para as taxas de passagem de 2%; 5% e 8 %/h, são apresentados na Tabela 15.

Tabela 15. -Fração solúvel (**a**) fração insolúvel (**b**), fração indegradável (**c**), taxa de degradação (**kd**), degradabilidade potencial (DP), degradabilidade efetiva (DE) da proteína bruta (PB) dos subprodutos da agroindústria para taxas de passagem de 2%, 5% e 8 %/h e coeficientes de variação (CV).

Subproduto	Fração (%)			DE (%/h)				
	a (%)	b (%)	c (%)	kd (%/h)	DP (%)	2 (%/h)	5 (%/h)	8 (%/h)
Farelo de algodão	53,48 a	41,48 b	5,03 c	3,01 a	92,35 a	78,20 a	68,94 a	64,74 a
Torta de babaçu	45,33 a	51,33 a	3,34 c	3,44 a	93,81 a	77,23 a	65,94 a	60,59 a
Farelo de dendê	51,57 a	38,35 c	10,08 b	5,85 a	89,57 a	79,72 a	81,86 a	67,48 a
Farelo de coco	48,32 a	42,05 b	9,63 b	4,56 a	88,99 a	76,77 a	67,81 a	63,21 a
RCU	29,04 b	39,65 bc	31,31 a	5,23 a	67,89 b	56,95 b	48,64 b	44,23 b
CV (%)	8,73	3,22	11,56	3,93	3,11	5,42	6,44	6,26

Letras a, b, c na mesma coluna diferem entre subprodutos ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

A torta de babaçu mostrou degradabilidade efetiva da PB, à taxa de 5%/h, apenas superior ($P < 0,05$) a do RCU, e com resultados que não diferiram ($P > 0,05$) dos outros subprodutos estudados. Na taxa de passagem a degradação ruminal não diferiu ($P > 0,05$), entre os subprodutos, com exceção para o RCU ($P < 0,05$). Para a DP e DE da PB, à 5%/h, os subprodutos não diferiram entre si ($P > 0,05$), merecendo observação para o RCU, que foi diferente ($P < 0,05$), com valores inferiores, respectivamente, de 67,98% e 48,64%. A degradação potencial (88,99%) da PB foi superior que a da torta de babaçu e a do RCU ($P < 0,05$), e inferior às dos farelos de dendê e de coco ($P > 0,05$), de degradabilidade potencial e para a DE da PB, a taxa de 5%/h.

As frações **a** e **c** do RCU diferiram significativamente ($P < 0,05$), com as dos outros subprodutos, e diferem ($P < 0,05$) da fração **b** da torta de babaçu e farelo de coco. A fração **a** da PB, do farelo de algodão, apresentou valor elevado (53,48%), e de 41,48%, para a fração **b**, e de 5,03%, para a fração **c**, e valor de 3,01 (**kd** %/h), o que demonstra ser um alimento protéico de fácil digestão e contribui como fonte de nitrogênio potencialmente degradável para o crescimento microbiano, apesar de conter valores de NIDN/N (25,01%) e de NIDAN/N (11%), além de 18,37% de lignina.

Oberva-se que as frações **b** e **c** do RDC e a DE (2%/h), DE (5%/h) e DP diferiram significativamente ($P < 0,05$), com as frações dos outros subprodutos estudados, caracterizando-se como alimento protéico, com limitações na qualidade de sua parede celular. Martins et al. (1999) mencionam para o farelo de algodão nas frações **a**, **b**, **c**, respectivamente, de 45,5; 5,4 e 10,9% e Marcondes et al. (2009), de 34,01% (fração **a**), de 63,54% (fração **b**) e

valor de 6,4% (**kd** %/h), próximos aos valores obtidos neste trabalho. Valadares Filho et al. (2006), com farelo de algodão (38,0% PB), estimam valores de 22,0% (fração **a**), de 68,09% (fração **b**) e de 11,43% (**kd** %/h).

Para a DE da PB do farelo de algodão foi observado valor de 68,94%, para a taxa de passagem de 5%/h, semelhante aos observados por Marcondes et al. (2009), de 69,64%, à 5%/h, superior a Castilho et al. (1993), de 54,3%, à 5%/h, entretanto, inferior a Martins et al. (1999), de 81,4% (5%/h), Valadares Filho et al. (2006), de 82,2% (5%/h), Pereira et al. (1997), de 79,4%, para taxa de passagem à 5%/h, e inferior a Valadares Filho, Magalhães e Rocha Jr. (2006), que estimaram valor de 76,0% (5%/h), para a DE da PB.

Quando ocorre elevada proporção de nitrogênio solúvel (fração **a**) e elevada taxa da fração **b**, pode-se inferir que a proteína do alimento tende a ser extensivamente degradada no rúmen, o que resulta em perdas de nitrogênio e reduz a eficiência de utilização desse nutriente pelo animal (CABRAL; VALADARES FILHO; MALAFAIA, 2000), em nível de intestino delgado, apesar da proteína microbiana ser de excelente qualidade, porém, as vezes, insuficiente para atender as exigências do animal. Alguns autores sugerem que o processo de alteração, na forma física, pode modificar a degradação ruminal de subprodutos (PEREIRA et al., 2000, SILVA, 2007), bem como o processo de degradação ruminal do alimento, que depende de sua remoção do rúmen da fração indegradável do alimento.

Os valores da fração potencialmente degradável e da degradação potencial da PB do farelo de algodão foram superiores aos dos outros subprodutos, o que indica maior disponibilidade da proteína no rúmen, seguido pelo farelo de dendê, na fração **a** e pela torta de babaçu na degradabilidade potencial. Aroeira et al. (1996) mencionam 3,4 (%/h) para **kd**, 82,0% para DP e 59,2 para DE (5%/h), enquanto Pereira et al. (2000) relatam valores de 18,18%; 76,66% e 5,06%, respectivamente, para as frações **a**, **b** e **kd**, para o farelo de algodão.

O subproduto torta de babaçu possui elevado valor da fração solúvel **a** (45,33%), em relação ao RCU (29,04%), e de 51,33% (fração **b**), considerada a mais elevada entre os subprodutos, e para as frações **c** e **kd**, os valores foram, respectivamente, 3,34%/h e 3,44%/h. O potencial de degradação da fração **b** dessa torta de babaçu foi superior ao dos outros subprodutos, bem como a DP, entretanto, a fração **a** foi maior para o farelo de algodão (53,48%), com maiores valores na fração **c** nos farelos de dendê (10,08%), de coco (9,63%) e RCU (31,31%). Os dados indicam que a fração **a** da PB mais prontamente degradada no rúmen foi a do farelo de algodão (53,48%), seguida do farelo de dendê (51,57%) e o maior valor potencial de degradação (93,81%) foi da torta de babaçu.

O valor de 45,36%, 51,33% e 3,7%, das frações **a**, **b** e **kd** da torta de babaçu são superiores aos encontrados por Silva (2007), respectivamente, de 3,0%, 51,33% e 3,0%. Marcondes et al. (2009) encontraram, respectivamente, 29,87%; 70,13% e 26% e 2,6%, para as frações **a**, **b**, **c** e **kd** de PB do farelo de babaçu. Souza et al. (2000) verificaram 14,79% na fração **a**, 84,29% na fração **b**, 1,9% na fração **kd** (%/h). Para a DE da PB da torta de babaçu foi obtido o valor de 65,94% (5%/h), superior ao observado por Marcondes et al. (2009), de 47,98%, e por Silva (2007), de 40,35%, para a taxa de passagem à 5%/h.

A maior parte dos compostos nitrogenados do farelo de dendê, com 14,65% de PB, está na fração solúvel **a**, com 51,51%, que propicia disponibilidade de nitrogênio solúvel e peptídeos no rúmen. A concentração de bactérias ruminais que usam carboidratos estruturais (CE) pode aumentar com a disponibilidade da fração **a** (RUSSEL; CONNOR ; FOX, 1992) e por suprir compostos nitrogenados não protéicos (NNP), para os microrganismos que fermentam esses carboidratos (VAN SOEST, 1994). Segundo Sniffen, Connor e Van Soest (1992) e Fox, Barry e Pitt (1992) existem no rúmen microrganismos que utilizam, para o seu crescimento, carboidratos estruturais e não estruturais, dessa forma, considerando-se que os subprodutos estudados, neste trabalho, podem fornecer elevados teores de nitrogênio nas frações **a** e **b**, que podem promover o crescimento de bactérias e a síntese de proteína microbiana, pelo processo de fermentação ruminal.

No farelo de dendê foi observado 38,35%, para a fração **b**, 10,08% para a **c** e 5,85% para a fração **kd** (%/h). Esse subproduto da agroindústria apresenta valor elevado da fração **c** (10,08%), em comparação aos outros subprodutos provavelmente devido ao fato de conter mais lignina (17,81%), em sua parede celular, o que confere maior indigestibilidade dos seus carboidratos estruturais. Carvalho et al. (2006), em trabalho com farelo de dendê, mencionam valores de 34,7%, 61,3%, 3,3% e 1,0%, respectivamente, para as frações **a**, **b**, **c** e **kd**, e quando relacionados aos do presente trabalho, são inferiores, com exceção ao valor da fração insolúvel. Para a DE da PB o seu valor foi de 44,9 %, à taxa de 5%/h , inferior ao valor de 71,86% para farelo de dendê deste estudo. A DE para PB do farelo de dendê foi de 81,86% à taxa de 5%/h.

Silva (2007) menciona para o farelo de coco o valor de 85,0% para a fração insolúvel **b** e 5,0% para a **kd** (%/h). Esse autor, em estudo “*in situ*” com ovinos, ressalta que a proteína degradável não degradada no rúmen (PDNDR) foi de 46,86% (5%/h) e a proteína bruta que escapa da degradação no rúmen (PNDR), de 54,88 % (5%/h), e que, em situações de elevada taxa de passagem, a fração protéica do coco é de elevada digestibilidade intestinal, e que pode

passar em mais de 50% para o trato digestivo posterior, o que reforça a afirmação que poderia ser fonte de aminoácidos alimentares, no intestino delgado.

Os farelos de algodão e de dendê possuem valores mais elevados na fração solúvel **a**, em comparação aos outros subprodutos e podem favorecer o crescimento micorbiano. A DE da PB do farelo de coco, de 67,81%, na taxa de 5%/h, foi superior à encontrada por Silva (2007), de 46,84%.

A fração solúvel **a** do RCU apresentou valor de 29,04%, valor de 39,65% na fração **b**, valor de (31,31%) para a fração **c**, e valor de 5,23%/h para a fração **kd**, que demonstra conter baixo teor de proteína bruta, prontamente solúvel no rúmen, e contém frações fibrosas elevadas (60,57% FDN e 54,14% FDA).

Evidencia-se, ainda, que o RCU, por conter elevadas frações de nitrogênio ligado à parede celular (20,07% NIDN), tem porção de nitrogênio ligado na fibra em detergente ácido (10,9% NIDA) e valor de 8,15% para lignina. Os resultados encontrados por Pereira et al. (1999) e Geron et al. (2007) são similares aos obtidos no presente trabalho. Pereira et al. (1999) submeteram o resíduo de cervejaria úmido (RCU) a desidratação em diferentes temperaturas (50°C, 100°C, 134°C e 174°C) e estes autores relataram que parte da variação na fração solúvel **a** e insolúvel **b**, potencialmente degradável da PB do RCU, poderia ser atribuída à pré-secagem, na estufa de ventilação forçada, por 72 horas, antes de ser incubados no rúmen, o que pode ter influenciado no conteúdo de nitrogênio associado à FDN e à FDA, considerado como PNDR.

Pode-se afirmar que maior parte dos compostos nitrogenados (70,96%) do RCU, com 25,56% de PB, encontra-se nas formas de frações **a** e **b**, que disponibilizam aminoácidos e peptídeos no rúmen. Entretanto, quando ocorre menor proporção de nitrogênio na forma da fração **a**, resulta em deficiência de componentes com nitrogênio não protéico (NNP), para a microbiota ruminal, que fermenta carboidratos estruturais (RUSSEL; CONNOR; FOX, 1992; FOX; BARRY; PITT, 1992), o que reduz a síntese de proteína microbiana. Ainda, dietas formuladas com subprodutos que apresentam elevados valores, sob as forma das frações **a** (45,33% a 53,48%) e da **b** (38,35% a 51,33%), obtidos neste estudo, podem favorecer o desenvolvimento do número de bactérias que utilizam carboidratos estruturais e não estruturais (SNIFFEN; CONNOR; VAN SOEST, 1992), e maximizar a síntese de nitrogênio bacteriano. Os valores referentes aos parâmetros não lineares **a**, **b**, **c** e **kd** e a DE da FDN, para as taxas de passagem de 2%; 5% e 8 %/h, são apresentados na Tabela 16.

Tabela 16 - Fração solúvel (a) fração insolúvel (b) fração indegradável (c), taxa de degradação (kd), degradabilidade potencial (DP), degradabilidade efetiva (DE) da fibra em detergente neutro (FDN) dos subprodutos da agroindústria.

Subproduto	Fração (%)				DE (%/h)			
	a (%)	b (%)	c (%)	kd (%/h)	DP	2 (%/h)	5 (%/h)	8 (%/h)
Farelo de algodão	0	88,59 a	11,41 c	1,49 b	64,64 a	36,68 bc	19,92 c	13,71 c
Torta de babaçu	0	83,36 a	16,64 c	4,39 ab	81,38 a	56,84 a	38,79 ab	29,51abc
Farelo de dendê	0	68,16 b	31,84 b	7,37 ab	67,89 a	52,71 ab	39,64 ab	31,86 ab
Farelo de coco	0	77,69 ab	23,31 bc	8,74 a	77,45 a	61,33 a	47,21 a	38,63 a
RCU	0	45,25 c	54,75 a	5,93 ab	44,04 a	31,87 c	22,71 bc	17,83 bc
CV(%)	-	7,95	21,07	5,40	13,38	17,33	23,99	28,55

Letras a, b, c na mesma coluna diferem entre subprodutos ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

Verifica-se que a FDN do RCU diferiu significativamente ($P < 0,05$) nas suas frações **b** e **c**, entre os subprodutos. O farelo de algodão, torta de babaçu e farelo de coco foram semelhantes ($P > 0,05$), na fração **a**, e o farelo de dendê não diferiu ($P > 0,05$) do farelo de coco, entretanto, a **kd** do farelo de coco diferiu ($P < 0,05$) do farelo de algodão. A DE da FDN, no farelo de algodão, apresentou valor de 19,92%, à taxa de passagem de 5%/h, e diferiu ($P > 0,05$) dos determinados na torta de babaçu, farelos de dendê e coco, e foi semelhante ao RCU.

As estimativas dos coeficientes de degradação das frações **b**, **c** e **kd** das equações ajustadas para a degradação da FDN do farelo de algodão apresentaram elevado valor para a fração **b** (88,59%), em relação ao do RCU (45,25%), com 11,41% da fração **c**, considerado como o menor valor entre os subprodutos. O valor para a **kd** da FDN do farelo de algodão foi de 1,49%, inferior aos demais, o que representa a maior velocidade de taxa de digestão no rúmen, da fração sólida no conteúdo ruminal, valor de **kd** semelhante aos de Pinho (1997) e Popi et al. (1981).

A FDN da torta de babaçu apresentou elevado valor da fração **b** (83,36%), em relação ao RCU (45,25%), quando comparada aos outros subprodutos, enquanto a fração **kd** foi de 4,39 (%/h), superior apenas a obtida no farelo de algodão. O potencial de degradação da fração **b** foi superior a dos outros subprodutos, porém inferior ao do farelo de algodão (88,59%) e com taxa de degradação potencial de 81,28%. Contudo, a fração indegradável **c** no rúmen, foi maior para o RCU (54,75%), acompanhado pelos farelos de dendê (31,84%) e algodão (22,31%). Silva (2007) menciona valores inferiores, mesmo contendo na composição da torta de babaçu valor de NIDN (15,67%), NIDA (3,52%) e LIDA (8,3%). A DE da FDN

da torta de babaçu deste trabalho foi de 38,79%, à taxa de passagem de 5%/h, e a DP de 81,38%, as quais foram superiores aos valores encontrado por Silva (2007).

A FDN do farelo de dendê apresentou elevado valor para a fração **c** (31,84%) e **kd** (7,37%/h), em relação a torta de babaçu e farelo de algodão, e inferior, quando comparado ao RCU (54,75%). A DP da FDN apresentou o mesmo valor em relação ao farelo de algodão (64,64%) e superior ao RCU (44%). O valor obtido para a fração **b** foi de 68,16%, considerado intermediário, em relação aos dos outros subprodutos. Carvalho et al. (2006), em experimento “*in situ*” com farelo de dendê, para a FDN, observaram valores de 58,7%, 41,3% e 3,9%, respectivamente, para as frações **b**; **c** e **kd**, com valores inferiores para as frações **b** e **kd** e superior para a fração **c**, em relação aos obtidos neste trabalho.

A FDN do farelo de coco apresentou elevados valores de 77,69% para a fração **b**, 22,31% para a **c**, 8,74%/h para **kd**, comportando-se com fibra de alta solubilidade no rúmen, o que favorece o crescimento microbiano e disponibiliza energia para as bactérias que utilizam os carboidratos estruturais. Silva (2007) encontrou para a FDN do farelo de coco valor de 32,0% para a fração **a**, 85,0% para a **b** e de 1,4% para **kd** (%/h), divergentes aos do presente trabalho.

A FDN do RCU apresentou valor baixo (45,25%) para a fração potencial **b**, o que demonstra que os componentes fibrosos representados pela FDN (60,57%), FDA (54,41%) e LIDA (8,15%) estejam influenciando para menor degradação da fração **b**, como está expressada pela fração **kd** (5,93%/h), o que indica lenta degradação e menor valor de degradabilidade potencial (44,64%) e DE da FDN (22,71%), entre os subprodutos. Há variações entre os alimentos (CHESSON; GORDON; LOMAX, 1985), mesmo com parede celular semelhante, resultante da peculiaridade de bactérias ruminais, por diferentes tecidos. É importante conhecer as taxas de degradação da FDN, pois ela indica o potencial da fração solúvel da fibra no rúmen, que disponibiliza carboidratos estruturais para as bactérias que utilizam essa fonte de energia.

Pode-se inferir que o RCU apresentou o menor resultado para a fração **b**, constituindo-se como fração lentamente degradável no rúmen. Faturi (2005) relata, em trabalho com ração composta de amido de grão de milho e baixa percentagem de FDN, para as frações **a**, **b** e **kd** da FDN, respectivamente, valores de 10,4%, 43,3% e 5,2 (%/h), e de 52,7% para DE da FDN, à taxa de 5%/h, e que a polpa cítrica apresentou potencial degradável de 67,4%.

3.4 CONCLUSÕES

Os subprodutos torta de babaçu, farelo de coco e farelo de algodão apresentaram elevados valores na degradabilidade efetiva da matéria seca, proteína bruta, para a taxa de passagem estimadas em 5%/h.

Na formulação da dieta para ruminantes esses valores devem ser considerados, para que a ração não fique deficiente em proteína não degradada no rúmen.

A torta de babaçu, resíduo de cervejaria úmido e farelos de dendê e coco apresentaram características nutricionais adequadas para inclusão na dieta de ruminantes.

O farelo de algodão e torta de babaçu foram os subprodutos que tiveram menor proporção indegradável da proteína bruta.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na formulação de ração para ruminantes é importante que sejam fornecidos nutrientes, através de gramíneas forrageiras, leguminosas tropicais e subprodutos da agroindústria, em quantidades suficientes e com adequado valor nutricional, para manutenção e produção animal, estabelecidos através de padrões econômicos e técnicos de alimentação, de maneira a permitir melhor desempenho animal.

O valor nutricional de um alimento é representado pela associação de sua composição química, digestibilidade e consumo voluntário. A composição química de um componente alimentar é o primeiro passo para o conhecimento do seu valor nutricional, seguida pela determinação de sua qualidade, através dos processos de digestão e absorção dos nutrientes e, finalmente, o consumo voluntário completa o ciclo. A proteína bruta é convencionalmente adotada como indicativo para expressar a importância do alimento, tendo em vista ser um dos nutrientes mais caros da ração e responsável por elevar a produtividade animal. Esse fato tem determinado, nos últimos anos, o considerável interesse em pesquisas que indiquem os processos que favoreçam a redução das perdas de compostos nitrogenados pelos ruminantes.

O grau de degradabilidade de proteínas no rúmen é um fator importante no processo de avaliação das exigências protéicas dos ruminantes e a sua valorização nos alimentos, estimada pela degradação, vem sendo indicada para servir de padrão na formulação da dieta. O conhecimento da degradabilidade efetiva da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro dos alimentos é fundamental para a contribuição no cálculo de dietas mais eficientes.

Por outro lado, o balanceamento da ração é feito em obediência a critérios na relação volumoso:concentrado, onde se estabelece a proporcionalidade entre essas partes, dependendo do sistema produtivo e manejo alimentar adotados.

O consumo e a digestibilidade das diferentes frações da forragem estão ligados à idade da planta, pois as forrageiras apresentam maiores teores de matéria seca, com baixos teores de proteína e de energia disponível, com conseqüente elevados teores de parede celular, com o avanço da idade.

Inúmeras pesquisas foram desenvolvidas sobre a digestibilidade dos alimentos, a partir dos seus componentes, entretanto, esse método é criticado pelo fato da ingestão e digestibilidade dos alimentos, em ruminantes, serem influenciados não apenas pela

composição química dos alimentos, mas, também, pelas características do alimento e do animal. Além disso, deve-se considerar a taxa de passagem e a dinâmica do trânsito do alimento.

As leguminosas constituem importante fonte de nutrientes na alimentação de ruminantes, contudo, seu valor nutricional, em alguns estudos, aparece como fator limitante. Pesquisas têm demonstrado que para melhor entendimento, há necessidade de avaliar os efeitos positivos e negativos na composição química de leguminosas, relacionadas à nutrição animal.

Dessa forma, há necessidade da geração de conhecimentos sobre subprodutos da agroindústria disponíveis na região amazônica e de leguminosas tropicais, principalmente, como banco de proteínas, com o objetivo na determinação de dietas que permitam elevar a produtividade dos ruminantes, com a utilização de métodos rápidos, dentre os quais se destaca a degradabilidade ruminal, que determina o desaparecimento das partículas sólidas incubadas no rúmen.

Os resultados obtidos pela caracterização da degradação das frações da matéria seca, proteína e fibra detergente neutro de subprodutos e leguminosas tropicais permitem estimar a degradação efetiva desses subprodutos e recomendá-los na formulação de dieta para ruminantes.

Trabalhos devem ser conduzidos para gerar conhecimentos sobre os fracionamentos (A, B₁, B₂, B₃ e C) da proteína e carboidratos (A, B₁, B₂ e C) dos subprodutos: torta de babaçu, farelo de dendê e farelo de coco, para verificação das contribuições das frações A + B₁, para os microrganismos que utilizam carboidratos não estruturais e das frações B₂ e B₃, como fonte de nitrogênio do intestino delgado e, também, sobre os fracionamentos da proteína bruta e carboidratos de leguminosas cultivadas na Amazônia.

È importante o desenvolvimento de pesquisas utilizando-se o fracionamento do Sistema Cornell, desenvolvido para fornecer subsídios que permitem avaliar dietas e ajustar frações nitrogenadas e fibrosas, a lém da parede celular, com o objetivo de obter maior crescimento bacteriano e redução das perdas de frações nitrogenadas e, finalmente, promover o desenvolvimento do animal.

O estudo da caracterização das frações que constituem a proteína e os carboidratos estruturais de gramíneas e leguminosas pode contribuir para elaboração e predizer, com maior confiabilidade, um plano nutricional para melhor desempenho de ruminantes em pastejo, considerando-se que as forrageiras tropicais apresentam composição química específica, comparativamente com as de clima temperado.

REFERÊNCIAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCL (AFRC). **Technical committee on responses to nutrients: energy and protein requirements of ruminants.** Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureaux International, 1993. 159p.

ALBUQUERQUE, N. I. **Emprego do babaçu (*Orbignya phalerata*) como fonte energética para catetos.** 2006. 79f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Estadual de São Paulo, Piracicaba, 2006.

AROEIRA, L. J. M. ; LOPES, F. C. F. ; DAYRELLI, M. S. Degradabilidade de alimentos no rúmen de vacas Holandesas-Zebu. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá, PR. **Anais...** Maringá: SBZ, 1994. p.530.

_____ ; _____ ; _____ ; LIERE, R. S. ; TORRES, P. Digestibilidade, degradabilidade e taxa de passagem da cana-de-açúcar mais uréia e do farelo de algodão em vacas mestiças holandesas x zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.6, p.1016-1026, 1995.

_____ ; _____ ; MALDONADO-VASQUEZ, H. Disponibilidade e consumo do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) sob pastejo de vacas em lactação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 1996, p.177-179.

ASSOCIATTION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of the AOAC.** Washington, 1990. 1015p.

BASTOS, T. X.; PACHECO, N. A.; NECHET, D.; SÁ, T. D. A. **Aspectos climáticos de Belém nos últimos cem anos.** Belém: Embrapa-Amazônia Oriental, 2002. 31p. (Embrapa-Amazônia Oriental. Documentos, 128).

CABRAL, J. S.; VALADARES FILHO, S. C; MALAFAIA, P. A. M. Frações de carboidratos de alimentos volumosos e suas taxas de degradação estimadas pela técnica de produção de gases. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2087-2098. 2000. (Suplemento, 1.)

CARVALHO, G. G. P. ; PIRES, A. J. V. ; VELOSO, C. M. ; SILVA, R. R. ; MENDES, F. B. L. Degradabilidade ruminal de concentrados e subprodutos agroindustriais. **Archivos de Zootecnia**, España, v.55, n.212. p.397-400. 2006.

CASTILO, A. M. ; VALADARES FILHO, S. C. ; SILVA, J. F. C. ; LEÃO, M. I. ; CASTRO, A. C. C. Degradabilidade ruminal da matéria seca e da proteína bruta de alimentos, utilizando-se a técnica dos sacos de náilon, em vacas, gestantes alimentadas com fenos (80%) e concentrado (20%). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.1, p.89-98. 1993.

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

CUNHA, J. A. ; MELOTTI, L. ; LUCCI, C. S. Degradabilidade no rúmen da matéria seca e da proteína do caroço integral do farelo de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) pela técnica dos sacos de náilon in situ com bovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.35, n.2, p.96-100, 1998.

FATURI, C. **Fontes de carboidratos solúveis e níveis de fibra em detergente neutro em dietas para terminação de novilhos em confinamento**. 2005. 83f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de ciências agrárias e veterinárias Campus de Jaboticabal, Jaboticabal-SP. 2005.

FOX, D. G. ; BARRY, R. E. ; PITT, R. E. Applications of the Cornell Net Carbohydrate and Protein Model for Cattle Consuming Forages. **Journal of Animal Science**, v.73, p.267-277. 1992.

GERON, L. J. V. ; ZEOULA, L. M. ; BRANCO, F. B. ; ERKE, J. A.; PRADO, O. P. P.; JACOBI, G. Caracterização, fracionamento protéico, degradabilidade ruminal e digestibilidade in vitro da matéria seca e proteína bruta do resíduo de cervejaria úmido e fermentado. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.29, n.3, p.291-299, 2007.

KRISHNAMOORTHY, V. ; MUSCOT, T. V. ; SNIFFEN, C. J. Energy and protein evaluation of tropical feedstuffs for wrote tract and ruminal digestion by chemical analyses and rumen inoculation studies in vitro. **Animal Feed Science Technol**, v.52, p.177-188, 1995.

MALAFAIA, P. A. M. ; VALADARES FILHO, S. C. ; VIEIRA, R. A. M. ; SILVA, J. F. C. ; PEREIRA, J. C. Determinação e cinética ruminal das frações protéicas de alguns alimentos para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1243-1251, 1997.

MARCONDES, M. I. M. ; FILHO, S. C. V, DETMANN, E. ; VALADARES, F. D. SILVA, L. F. C. ; FONSECA, M. A. Degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta de alimentos para bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2247-2257, 2009.

MARTINS, A. S.; ZEOULA, L. M.; PRADO, I. N.; MARTINS, E. N.; LOYOLA, V. R. Degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca e proteína bruta das silagens de milho e sorgo e de alguns alimentos concentrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.28, n.5, p.1109-1117. 1999.

MEHREZ, A. Z. ; ØRSKOV, E. R. Rate of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **British Journal of Nutrition**, v.38, n.3, p.437-443, 1977.

MOREIRA, J. F. C.; RODRIGUES, N. M.; FERNANDES, P. C. C. Concentrados protéicos para bovinos: digestibilidade *in situ* da matéria seca e da proteína bruta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 55, n. 3, p.315-323, 2003.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washinton: Academic Press, 2001. 381p.

_____. **Ruminant nitrogen usage**. Washington, DC. 1985. 138p.

NOCEK, J. E. "IN SITU" and methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **Journal of Dairy Science**, v.71 p.2051-2069, 1988.

ØRSKOV, E. R. ; DEM HOVELL, A. ; MOULD, F. Uso de la tecnica de la bolsa de nylon para evaluation de los alimentos. **Prod. Anim. Trop.**, S. Domingos, v.5, n.3, p.213-132, 1980.

_____ ; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, v.92, n.2. p.499, 1979.

OWENS, F. N. ; GOETSCH, A. L. **Ruminal fermentation**. In: CHURCH D.C (Ed.). **The Ruminant Animal: digestive physiology and nutrition**. 5. ed. New Jersey: Cliffs, p.145-157. 1993.

PEREIRA E. S. ; QUEIROZ, A. C. ; PAULINO, M. F. ; CECON, P. R. VALADARES FILHO, S. C. ; MIRANDA, L. F. ; FERNANDES, A. M. ; CABRAL, L. S. Determinação das frações protéicas e de carboidratos e taxas de degradação *in vitro* da cana-de-açúcar, da cama de frango e do farelo de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.29, n.6, p.1887-1893, 2000.

PEREIRA, J. C. ; GONZÁLEZ, J. ; OLIVEIRA, R. L. ; QUEIROZ, A. C. Cinética de degradação ruminal do bagaço da cevada submetido a diferentes temperaturas de secagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.1125-1132, 1999.

PEREIRA, J. R. A. ; BOSE, M. L. V. ; BOIN, C. Avaliação de subfrações dos carboidratos e das proteínas, usando a metodologia do CNCPS e *in situ* com bovinos da raça Nelore.1.Silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.26, n.4, p.832-837. 1997.

PINHO, M. N. G. **Avaliação da degradabilidade ruminal in situ de capim coast cross (*Cynodum dactylon* (L.) Pers.) comparando-se dois métodos de colheita**. 1997. 40f. Monografia (Graduação em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. 1997.

POPPI, D. P. ; MINSON, D. J. ; TERNOUTH, J. H. Studies of cattle and sheep eating leaf and stem fractions of grasses. II. Factors controlling the retention of feed in reticulonrumen. **Australian Journal Agriculture Research**, v.32, n.1, p.99-121, 1981.

ROCHA JUNIOR, V. R. ; VALADARES FILHO, S. C. ; BORGES, Á. M. ; MAGALHÃES, K. A.; FERREIRA, C. C. B.; VALADARES, R. F. D.; PAULINO, M. F. Determinação do valor energético de alimentos para ruminantes pelo sistema de equações. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.32, n.2, p.473-479, 2003.

RODRIGUES FILHO, J. A. ; CAMARÃO, A. P. ; BATISTA, H. A. M. AZEVEDO, G. P. C. ; BRAGA, E. Consumo e digestibilidade de alimentos com diferentes níveis de torta de dendê em substituição ao farelo de trigo. In: CONGRESSO PANAMERICANO DE CIÊNCIAS VETERINÁRIAS, 15., 1996, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande, MS, 1996. p.215-216.

RUSSEL, J. B. ; CONNOR, J. D. ; FOX, D. G. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: 1 - Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.

SAS/STAT. **User's guide: statistics**. 4.ed. Version 6; v.2. Cary: 1993. 943p.

SILVA, A. G. **Valor nutritivo de subprodutos da agroindústria e utilização do LIPE ® como indicador externo em ovinos**. 2007. 126f. Tese (Doutorado em Zootecnia- Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte, 2007.

SILVA, D. J. ; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV. Imprensa Universitária, 2006. 235p.

SILVA, H. G. O. ; PIRES, A. J. V. ; CARVALHO, G. G. P. C. ; VELOSO, C. M. ; SILVA, F. F. Capim-elefante amonizado e farelo de cacau ou torta de dendê em dietas para ovinos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n. 4, p.734-742, 2008.

_____ ; _____ ; CUNHA NETO, P. A. Digestibilidade de dietas contendo silagem de capim-elefante amonizado e farelo de cacau ou tora de dendê em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.499-506, 2007.

_____ ; _____ ; SILVA, F. F. Farelo de cacau (*Theobroma cacao* L.) e torta de dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.) na alimentação de cabras em lactação: consumo e produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1790-1798, 2005.

SNIFFEN, C. J. ; CONNOR, J. D. ; VAN SOEST, P. J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

SOUZA, J. R. T. ; CAMARÃO, A. P. ; RÊGO, L. C. Degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta de subprodutos da agroindústria, da pesca e de abatedouros em caprinos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.37, n.2, 2000.

VALADARES FILHO, S. C. ; MAGALHÃES, K. A. ; ROCHA JUNIOR, V. R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos: CBQAL 2.0**. 2. ed. Viçosa, MG: Suprema Gráfica, 2006, 329p.

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

_____. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, v.24, n.3, p.834-843, 1965.

VIEIRA, P. F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações para ruminantes**. Viçosa, MG: UFV, 1980. 98f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1980.

XENEFONTE, A. R. B. ; CARVALHO, F. F. R. ; BATISTA, A. M. V. ; MEDEIROS, G. R. ; ANDRADE, R. P. X. Desempenho e digestibilidade de nutrientes em ovinos com rações contendo farelo de babaçu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.11, p.2063-2068, 2008.

ZEOULA, L. M. ; PRADO, I. N. ; CECATO, U. ; BRANCO, A. F. ; DAMASCENO, J. C. ; WATANAB, M. M.; FRIDRICH, D.; BILIERO, C. L. Valor nutritivo de rações compostas de fontes de amido e de nitrogênio com alta e baixa degradabilidade ruminal. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.28, n.5. p.1159-1167. 1999.