



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ANIMAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

KÁTIA TATIANA DE LIMA LOPES

**CINÉTICA RUMINAL DE OVINOS ALIMENTADOS COM BAGAÇO DO
PSEUDOFRUTO DO CAJU DESIDRATADO EM SUBSTITUIÇÃO A SILAGEM DE
SORGO**

MOSSORÓ – RN
2015

KÁTIA TATIANA DE LIMA LOPES

**CINÉTICA RUMINAL DE OVINOS ALIMENTADOS COM BAGAÇO DO
PSEUDOFRUTO DO CAJU DESIDRATADO EM SUBSTITUIÇÃO A SILAGEM DE
SORGO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do
Semiárido (UFERSA), como parte das exigências para a
obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientadora: Profa. Dra. Patrícia de Oliveira Lima -
UFERSA

Co-orientadora: Profa. Dra. Cicilia Maria Silva de Souza -
IFRN

MOSSORÓ – RN
2015

Catálogo na Fonte

Catálogo de Publicação na Fonte. UFERSA - BIBLIOTECA CENTRAL ORLANDO TEIXEIRA - CAMPUS MOSSORÓ

Lopes, Katia Tatiana de Lima.

Cinética ruminal de ovinos alimentados com bagaço do pseudofruto do caju desidratado em substituição a silagem de sorgo / Katia Tatiana de Lima Lopes. - Mossoró, 2015.

65f: il.

1. Ovinos. 2. Parâmetros ruminais. 3. Degradabilidade - matéria seca. I. Título

RN/UFERSA/BCOT/425

CDD 636.2 L864c

KÁTIA TATIANA DE LIMA LOPES

**CINÉTICA RUMINAL DE OVINOS ALIMENTADOS COM BAGAÇO DO
PSEUDOFRUTO DO CAJU DESIDRATADO EM SUBSTITUIÇÃO A SILAGEM DE
SORGO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do
Semiárido (UFERSA), como parte das exigências para a
obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

APROVADA EM: 24 / 02 / 2015

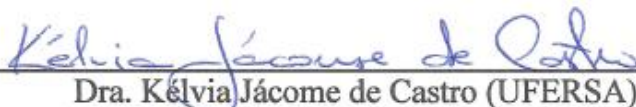
BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Patrícia de Oliveira Lima (UFERSA)
Orientadora



Profa. Dra. Cicília Maria Silva de Souza (IFRN)
Co-orientadora



Dra. Kélvia Jácome de Castro (UFERSA)
Segundo Conselheiro

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

KÁTIA TATIANA DE LIMA LOPES – Nascida em 14 de julho de 1980 na cidade de Apodi – RN, filha de Newton Lopes de Moraes e Aldenice Maria de Lima Moraes, ingressou no curso de zootecnia em agosto de 2007 na Universidade Federal Rural do Semiárido - UFERSA, onde formou-se como Zootecnista em 2012. Durante a graduação foi bolsista de iniciação científica PIVIC e PICI, onde desenvolveu trabalhos na área de bovinocultura de leite, foi bolsista no programa de extensão universitária – PROEXT, foi integrante do grupo de estudos PETRUS – Pesquisa, extensão e transferência de tecnologia com ruminantes, onde participou de projetos na área de bovinocultura de leite e foi monitora da disciplina de bovinocultura de corte. Em 2013 foi aprovada na seleção para o mestrado em Ciência Animal – UFERSA.

*A minha eterna avó Adail Lima, (in memória) a quem
sempre dedicarei minhas conquistas e vitórias, por
tudo que representou em minha vida.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À **Deus**, que está sempre ao meu lado, estendendo-me a mão e me dando auxílio nas difíceis escolhas e caminhos desta vida;

À minha família, em especial, minha prima **Lusinete Carlos**, minha mãe **Aldenice Maria de Lima**, e a minha tia **Antônia Carlos** pelo carinho e incentivo que me proporcionaram durante essa etapa da vida;

À Professora **Patrícia de Oliveira Lima**, pela orientação e pela oportunidade que me concedeu, que foi fundamental para realização de mais essa etapa na minha vida acadêmica.

À professora **Cicilia Maria Silva de Souza**, pela co-orientação e ajuda que foi imprescindível para a realização desse trabalho.

Ao professor **Hilton Felipe Barreto Marinho**, pela colaboração que foi fundamental para que esse trabalho se realizasse.

À Médica Veterinária do IFRN **Jussara Neri**, pela ajuda prestada durante o experimento;

À minha amiga **Edinaria Marinho** pela amizade sincera, por estar sempre me dando força em todos os momentos da minha vida;

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal – UFERSA, pela oportunidade de realização deste curso, e a CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN, Campus Apodi, por disponibilizar o setor de ovinocultura para realização do experimento;

Ao Laboratório de Nutrição Animal do IFRN, e da UFERSA pela realização das análises laboratoriais;

Ao grupo NUTRISA, em especial, aos bolsistas, **Estefanny Aderaldo**, **Fernanda Moraes**, **Heitor Almeida**, **Lucas Brito**, **Nikesia Alessa**, e **Paloma Priscila** que me ajudaram na realização deste trabalho;

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

Jamais considere seus estudos como uma obrigação, mas como uma oportunidade invejável para aprender a conhecer a influência libertadora da beleza do reino do espírito, para seu próprio prazer pessoal e para proveito da comunidade à qual seu futuro trabalho pertencer.

(Albert Einstein)

CINÉTICA RUMINAL DE OVINOS ALIMENTADOS COM BAGAÇO DO PSEUDOFRUTO DO CAJU DESIDRATADO EM SUBSTITUIÇÃO A SILAGEM DE SORGO

LOPES, Kátia Tatiana de Lima. **Cinética ruminal de ovinos alimentados com bagaço do pseudofruto do caju desidratado em substituição a silagem de sorgo**. 2015. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal: Produção e Sanidade Animal) – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró-RN, 2015.

RESUMO: Objetivou-se avaliar a degradabilidade da matéria seca e as características físico-químicas do ambiente ruminal de ovinos alimentados com bagaço do pseudofruto do caju desidratado em substituição a silagem de sorgo. Foram utilizados quatro ovinos mestiços de Santa Inês x Morada Nova fistulados no rúmen, com peso médio de $30 \pm 0,5$ kg. Os ensaios experimentais foram compostos por quatro níveis de substituição do bagaço do pseudofruto do caju desidratado (BPCD) na silagem do sorgo, constituído pelos níveis de 0%, 8%, 16% e 24%, com base na matéria natural. Foram avaliados a degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) da matéria seca e as características físico-químicas do líquido ruminal (pH, temperatura, nitrogênio amoniacal, tempo de redução do azul de metileno, tempo de sedimentação e flotação, cor, odor e consistência). O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino 4x4, com quatro níveis de substituição do BPCD e quatro períodos de coleta do líquido ruminal após a alimentação, sendo os dados submetidos à análise de variância e teste de regressão. O pH não apresentou diferença entre os níveis de substituição ($P>0,05$). A temperatura não houve diferença significativa ($P>0,05$) em função dos níveis de substituição do BPCD avaliados, no entanto, diferiu em função dos tempos de coleta. O nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) apresentou diferença significativa ($P<0,05$); ($P<0,01$) em função dos níveis de substituição do BPCD e dos tempos de coletas do líquido ruminal após a alimentação. O tempo de redução do azul de metileno e o tempo de sedimentação e flotação apresentaram diferenças significativas ($P<0,05$); ($P<0,01$). As características físicas do líquido ruminal se mostraram dentro dos padrões normais. A degradabilidade potencial da matéria seca com a substituição de 24% do bagaço de caju desidratado, obteve valor próximo ao da silagem de sorgo com 0% de bagaço de caju. A degradabilidade efetiva da matéria seca aumentou com o acréscimo do BPCD, atingindo valores superiores no nível de 24%. Os resultados demonstraram que a substituição do bagaço do pseudofruto de caju desidratado na silagem de sorgo não comprometeu o ambiente ruminal, apresentando degradabilidade potencial da matéria seca próxima à da silagem de sorgo pura e degradabilidade efetiva superior, podendo ser utilizado em até 24% em dietas para ovinos.

Palavras-Chave: degradabilidade, matéria seca, ovinos, parâmetros ruminais

RUMINAL KINETIC OF SHEEP FED WITH BAGASSE PSEUDOFRUIT CASHEW DEHYDRATED SUBSTITUTION SORGHUM SILAGE

LOPES, Kátia Tatiana de Lima. **Cinética ruminal de ovinos alimentados com bagaço do pseudofruto do caju desidratado em substituição a silagem de sorgo**. 2015. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal: Produção e Sanidade Animal) – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró-RN, 2015.

SUMMARY: The objective was to evaluate the ruminal degradability of dry matter, and physicochemical parameters of the rumen fluid of sheep fed with bagasse pseudofruit cashew dehydrated replacing sorghum silage. Were used four crossbred sheep of Santa Inês x Morada Nova, fistulated in the rumen with na average weight of 30 ± 0.5 kg. Experimental tests were composed of four treatments, representing increasing levels of substitution of (BPCD) in sorghum silage, consisting of the levels of 0%, 8%, 16% and 24%, based on natural matter. We evaluated the potential degradability (PD) and effective (ED) of dry matter and the physical and chemical characteristics of rumen fluid (pH, temperature, ammonia nitrogen, methylene blue reduction time, flotation and sedimentation time, color, smell and consistency). The experimental design was a Latin square 4x4, with four substitution levels and four collection periods of rumen fluid after feeding, and the data submitted to analysis of variance and regression testing. The pH did not differ between treatments ($P > 0.05$). The temperature there was no significant difference ($P > 0.05$) on the basis of replacement levels of assessed BPCD, however, differed in terms of collection times. The ammonia nitrogen (NH₃-N) presented significant difference ($P < 0.05$); ($P < 0.01$) according to the replacement levels BPCD and the rumen fluid sampling times after feeding. The methylene blue reduction time and flotation and sedimentation time significant differences ($P < 0.05$); ($P < 0.01$). The physical characteristics of rumen fluid were within the normal patterns. The potential degradability of dry matter with the addition of 24% of the cashew bagasse, has obtained value near of sorghum silage with 0% of cashew bagasse. The effective degradability of dry matter increased with the addition of BPCD, reaching higher values in the level of 24%. Results showed that the substitution of bagasse pseudofruit cashew dehydrated in sorghum silage did not affect the rumen environment, with potential degradability of dry matter silage next to the pure and higher effective degradability and can be used in up to 24% in diets for sheep.

Key Words: degradability, dry matter, sheeps, ruminal parameters

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica das silagens de sorgo contendo os níveis de inclusão do bagaço do pseudofruto do caju desidrato (BPCD)36

Tabela 2 - Média e coeficiente de variação (CV) do pH do líquido ruminal de ovinos alimentados com silagem de sorgo com diferentes níveis de inclusão de bagaço do pseudofruto do caju desidratado (BPCD)39

Tabela 3 - Média e coeficiente de variação (CV) da temperatura do líquido ruminal de ovinos alimentados com silagem de sorgo com diferentes níveis de inclusão de bagaço do pseudofruto do caju desidratado (BPCD)41

Tabela 4 - Média e coeficiente de variação (CV) do nitrogênio amoniacal (N-NH_3) do líquido ruminal de ovinos alimentados com silagem de sorgo com diferentes níveis de inclusão de bagaço do pseudofruto do caju desidratado (BPCD)43

Tabela 5 - Média e coeficiente de variação (CV) do tempo de redução do azul de metileno (min.) do líquido ruminal de ovinos alimentados com silagem de sorgo com diferentes níveis de inclusão de bagaço do pseudofruto do caju desidratado (BPCD)45

Tabela 6 - Média e coeficiente de variação (CV) do tempo de sedimentação e flotação (min.) do líquido ruminal de ovinos alimentados com silagem de sorgo com diferentes níveis de inclusão de bagaço do pseudofruto do caju desidratado (BPCD)47

Tabela 7 - Distribuição (%) das ocorrências dos parâmetros qualitativos do líquido ruminal de ovinos alimentados com silagem de sorgo com a inclusão de diferentes níveis do bagaço do pseudofruto do caju desidratado49

Capítulo 2

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica das silagens de sorgo contendo os níveis de inclusão do bagaço do pseudofruto do caju desidrato (BPCD)57

Tabela 2 - Parâmetros de degradabilidade ruminal da matéria seca (MS) das silagens de sorgo (SS) contendo bagaço do pseudofruto do caju desidratado (BPCD)62

Tabela 3 - Degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) da matéria seca (MS) das silagens de sorgo (SS) contendo bagaço do pseudofruto do caju desidratado (BPCD)63

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1 – Instalação experimental	35
Figura 2 - Leitura do pH (A), Análise do tempo de redução do azul de metileno e do tempo de sedimentação e flotação (B)	38
Figura 3 – pH do líquido ruminal em função dos tempos de coletas	40
Figura 4 – Temperatura do líquido ruminal em função dos tempos de coletas	42
Figura 5 – Nitrogênio amoniacal (N-NH ₃) do líquido ruminal em função dos tempos de coletas	44
Figura 6 – Tempo de redução do azul de metileno (TRAM) do líquido ruminal em função dos tempos de coletas	46
Figura 7 – Tempo de sedimentação e flutuação (TSF) do líquido ruminal em função dos tempos de coletas	48

Capítulo 2

Figura 1 – Sacos de poliéster	58
Figura 2 – Incubação dos sacos no rúmen	59
Figura 3 – Sacos imerso em água com gelo (A), lavagem dos sacos em água corrente (B)	59
Figura 4 - Degradabilidade da matéria seca das silagens de sorgo com a inclusão de bagaço do pseudofruto de caju desidratado (BPCD)	61

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 GERAL	14
2.2 ESPECÍFICOS	14
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3.1 SILAGEM DE SORGO NA ALIMENTAÇÃO DE OVINOS	15
3.2 UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS DO CAJU NA ALIMENTAÇÃO DE OVINOS ..	16
3.3 AMBIENTE RUMINAL	18
3.4 DEGRADABILIDADE <i>IN SITU</i>	23
3.5 REFERÊNCIAS	26
4 CAPÍTULO 1 - AMBIENTE RUMINAL DE OVINOS ALIMENTADOS COM BAGAÇO DO PSEUDOFRUTO DO CAJU DESIDRATADO EM SUBSTITUIÇÃO A SILAGEM DE SORGO.....	32
4.1 RESUMO.....	32
4.2 INTRODUÇÃO.....	33
4.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	34
4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4.5 CONCLUSÃO.....	50
4.6 REFERÊNCIAS	50
5 CAPÍTULO 2 - DEGRADABILIDADE RUMINAL DE OVINOS ALIMENTADOS COM BAGAÇO DO PSEUDOFRUTO DO CAJU DESIDRATADO EM SUBSTITUIÇÃO A SILAGEM DE SORGO	53
5.1 RESUMO.....	53
5.2 INTRODUÇÃO.....	54
5.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	56
5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
5.5 CONCLUSÃO.....	64
5.6 REFERÊNCIAS	64

1 INTRODUÇÃO

A região Nordeste do Brasil, em decorrência da má distribuição de chuvas, é caracterizada por apresentar forte estacionalidade na produção de forragens, que por sua vez, irá influenciar no consumo de matéria seca, e aliada a baixa disponibilidade, encontra-se o declínio do seu valor nutritivo, privando os animais do acesso a quantidades suficientes de nutrientes para manutenção dos índices de produção (OLIVEIRA et al., 2010).

Apesar dessas limitações climáticas, estratégias relacionadas ao manejo alimentar de pequenos ruminantes, especialmente durante o período seco são necessárias. Dessa forma, o armazenamento do excesso de forragem proveniente da época das águas para utilização no período da seca, na forma de silagem, vem sendo uma prática que constitui uma estratégia de impacto na viabilidade da atividade pecuária (CABRAL et al., 2002), podendo garantir a manutenção dos rebanhos durante o período de estiagem.

Em adição, fazer uso de aditivos ou técnicas que visem a preservação da forragem, podem melhorar seu valor nutritivo e padrão de digestibilidade do alimento, estimulando o consumo. Nesse contexto, a fruticultura no Nordeste do Brasil, importante setor agropecuário, vem apresentando crescimento positivo, que em resposta a esse avanço, o número de agroindústrias instaladas na região tem aumentado significativamente, gerando incremento na produção de resíduos agroindustriais não-utilizáveis na alimentação humana, podendo ser aproveitados na ração animal, tornando-se um fator de redução nos custos de produção (LOUSADA JUNIOR et al., 2005).

Dentre as espécies frutíferas tropicais mais cultivadas na região destaca-se o caju, sendo utilizado predominantemente na fabricação de produtos destinados ao consumo humano, como a castanha, a polpa, sucos, doces, refrigerantes, entre outros. No entanto, a partir desse processo produtivo, há uma quantidade considerável de subprodutos remanescente, que são considerados inadequados para o consumo humano. Sendo assim, esses subprodutos podem ser utilizados como alternativa alimentar para compor a ração animal, como é o caso do bagaço do pseudofruto na fabricação da polpa e sucos.

Os sistemas de adequação de rações atuais direcionadas para os ruminantes tornam-se primordiais para determinação das proporções das frações dos alimentos, bem como suas taxas de digestão, sendo fundamental para se avaliar a disponibilidade de nutrientes e de energia para os microrganismos ruminais. Além disso, permite avaliar a qualidade do nutriente, como, por exemplo, da proteína bruta que escapa da fermentação ruminal, fornecendo

consequentemente, aminoácidos disponíveis para digestão a partir do abomaso (MOREIRA et al., 2003).

Desse modo, a técnica de degradabilidade *in situ* vem sendo difundida, pela simplicidade e economicidade, o que contribui para elaboração de dados nacionais de composição de alimentos em condições de semiárido. No Brasil, os estudos são realizados com a utilização dessa técnica para avaliar forragens, resíduos agrícolas e produtos industriais (GOES et al., 2004); provavelmente por oferecer a estimativa mais exata da degradação de proteínas no rúmen do que as determinadas em laboratórios.

Outro fator a ser discutido é o ambiente ruminal, que favorece o desenvolvimento contínuo da população microbiana atuando como uma câmara de fermentação, devido a fatores como temperatura ideal média de 39°C; anaerobiose; pH tampão médio de 6,8; presença de bactérias, protozoários e fungos; suplemento de nutriente e contínua remoção de digesta (LANA, 2005).

Para Costa et al. (2008), a análise do líquido ruminal é de indiscutível valor no diagnóstico de enfermidades ligadas ao aparelho digestivo dos ruminantes, especialmente aquelas dos compartimentos pré-gástricos, pois a microbiota do rúmen é altamente sensível às alterações externas e internas às quais rotineiramente estão submetidos os animais. A manipulação do ambiente ruminal, considerando as múltiplas inter-relações entre dieta e microrganismos, tem sido objeto de estudos na expectativa de encontrar meios de melhorar a eficiência do sistema de produção (MATOS et al., 2008).

Em decorrência do descrito, faz-se necessário o estudo da degradabilidade ruminal e da variação dos parâmetros ruminais quando se propõe a adoção de novos ingredientes nas dietas, como o bagaço do pseudofruto do caju desidratado.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Avaliar a degradabilidade ruminal da matéria seca e as características físico-químicas do líquido ruminal de ovinos alimentados com bagaço do pseudofruto do caju desidratado em substituição a silagem de sorgo.

2.2 ESPECÍFICOS

Avaliar os parâmetros ruminais de pH, nitrogênio amoniacal e tempo de redução do azul de metileno no líquido ruminal de ovinos;

Avaliar as características físicas de cor, odor, consistência e tempo de sedimentação e flotação do líquido ruminal de ovinos;

Avaliar a degradabilidade ruminal da matéria seca nos diferentes tempos de incubação;

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 SILAGEM DE SORGO NA ALIMENTAÇÃO DE OVINOS

A ensilagem é uma das formas de tecnologia de conservação de forragens mais importante destinada a produção de ruminantes, tendo como finalidade a suplementação de animais durante o período de escassez de alimentos. Na região Nordeste do Brasil, onde a irregularidade das chuvas é um fator limitante para a manutenção dos rebanhos, diminuindo a oferta de forragem aos ruminantes, a técnica da ensilagem é uma forma de se manter a produtividade desses animais (GONÇALVES et al., 2007).

Dentre as plantas forrageiras existentes, o sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) constitui uma opção viável para o pecuarista, principalmente por ser uma espécie de crescimento rápido e resistente a períodos de escassez de água (LEÃO et al., 2011), pelo qual é típico de regiões semiáridas do nordeste brasileiro.

O sorgo é adaptado ao processo de ensilagem devido às suas características fenotípicas que facilitam o plantio e a colheita, sendo amplamente utilizado na alimentação de animais, pastejo e produção de silagem para a terminação de ruminantes. Esta espécie mostra-se viável, principalmente, em regiões onde o cultivo e o potencial produtivo da cultura do milho sofrem limitações pluviométricas (DALLAS et al., 2008).

A cultura do sorgo contribui com aproximadamente, 10 a 12% da área total cultivada para silagem no Brasil e se destaca, de modo geral, por apresentar a produção de matéria seca mais elevada do que a do milho, especialmente em condições desfavoráveis de cultivo, como nas regiões de solos de baixa fertilidade natural e locais onde é frequente a ocorrência de longos períodos de estiagem (ROCHA Jr. et al., 2000).

Pires et al. (2010), ao realizarem ensaios de degradabilidade da silagem de sorgo, obtiveram valores para matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido de 31,9%; 9,3%; 76,6% e 38,7%, respectivamente. Os mesmos autores obtiveram valores para a degradabilidade potencial e efetiva da MS de 73,9% e 45,3% respectivamente, considerando a taxa de passagem de 5%.

O potencial de degradação da silagem, provavelmente, está relacionada à própria composição química do material, pois, a presença de taninos no grão do sorgo pode contribuir para a menor degradabilidade da matéria seca, por reduzir a degradabilidade da parede celular

pelo acesso dos microrganismos.

A composição química da silagem de sorgo pode influenciar em diferenças no desempenho dos animais. Alves et al. (2012), ao comparar a utilização de silagens de sorgo com tanino e sem tanino no grão com a silagem de milho na dieta de ovinos, observaram que o consumo de matéria seca foi influenciada pelo tipo de silagem, sendo o consumo de matéria seca da silagem sem tanino (1,2 kg/dia), superior ao consumo da silagem com tanino (1,0 kg/dia) e da silagem de milho (0,8 kg/dia). Esses mesmos autores, obtiveram melhor ganho de peso médio diário para a silagem sem tanino (153,7 g/peso vivo) em relação a silagem com tanino (111,2 g/peso vivo) e a silagem de milho (96,4 g/peso vivo).

3.2 UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS DO CAJU NA ALIMENTAÇÃO DE OVINOS

Para que a exploração de ruminantes no Nordeste seja eficiente ao longo do ano, é necessário o balanceamento da alimentação dos mesmos, pois as condições climáticas da região limitam a disponibilidade e a qualidade dos alimentos consumidos, comprometendo o desempenho do rebanho. Uma maneira de se alterar esse quadro seria a busca por alternativas para o aproveitamento de subprodutos da agroindústria disponíveis no período mais crítico do ano, pois a utilização destes alimentos pode minimizar os efeitos negativos da época seca que compromete a produção animal.

A produção de frutas destina-se a atender à demanda por frutas frescas, no entanto, existe uma tendência mundial para o mercado de produtos transformados, como conservas, sucos, geléias e doces, entretanto, nos países em desenvolvimento, como o Brasil, as perdas pós-colheita de frutas frescas são estimadas em torno de 20 a 50%, e do total de frutas processadas, são gerados 40% de resíduos agroindustriais para as frutas manga, acerola, maracujá e caju (LOUSADA JUNIOR et al., 2005). Uma das causas de perdas excessivas no campo e nas indústrias está relacionada ao tempo de deterioração do pedúnculo, limitando sua utilização e aproveitamento na alimentação humana.

Dentre algumas frutas tropicais, no Brasil, há uma área plantada de 630 mil hectare com cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), estimando produção de 168 mil toneladas de castanha por ano, enquanto a produção de pedúnculos chega a mais de 1,3 milhões de toneladas/ano, concentrando-se próximo a estação seca do ano (julho a janeiro), período que se

caracteriza pela menor disponibilidade quantitativa e qualitativa de forragem no Nordeste (VASCONCELOS et al., 2002).

Dessa forma, com o pico de produção na época seca e com os preços dos concentrados elevados, a utilização do pedúnculo do caju desidratado como aditivo na ensilagem tornaria possível reduzir os custos de produção animal, pois seria mais uma alternativa alimentar para os ruminantes. Entretanto, sua utilização depende de alguns fatores como: proximidade do local onde é produzido, composição química, características nutricionais (fatores tóxicos ou antinutricionais), custo com transportes, possibilidade de armazenamento e manipulação (LIMA, 2005).

Os subprodutos resultantes da extração dos sucos e/ou polpas do pseudofruto do caju são estimados em mais de dois milhões de toneladas/ano (RIBEIRO et al., 2009), produzidas quase que totalmente no Nordeste do Brasil, podendo ser utilizadas na alimentação animal nas formas *in natura*, ou desidratadas e fareladas para serem adicionadas à silagem, sendo que a forma desidratada ou a farelada representa uma maneira de melhorar o valor nutritivo do coproduto, uma vez que apresenta altos teores de umidade e fibra, características que podem limitar sua utilização para o organismo animal (FERREIRA et al., 2004). O produto final após secagem, apresenta maior conteúdo proteico que o caju úmido.

Estudos realizados utilizando o subproduto do caju como aditivo na alimentação animal ainda são poucos, e quando se trata da associação com uma fonte volumosa, o capim-elefante é a gramínea que vem se destacando. Ferreira et al. (2004), observaram aumento nos teores de proteína bruta com adição de até 47,7% do bagaço do caju na ensilagem de capim-elefante, e em contrapartida ocorreu decréscimo nos teores de fibra em detergente neutro com até 37,5% de inclusão do bagaço de caju, concluindo que a adição do subproduto proporciona melhoria no valor nutritivo da silagem de capim-elefante.

No caso específico do subproduto de caju desidratado, os valores médios encontrados da composição química da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM) e lignina (LIG) são 89,13%, 16,98%, 65,7%, 43,4%, 22,5% e 23,47%, respectivamente. Todavia, a presença de alto teor de lignina, pode comprometer a utilização direta desse alimento pelos animais, pois, a digestibilidade deste material pode, por essa razão, reduzir em função do menor acesso de enzimas celulolíticas e proteolíticas sobre os componentes solúveis celulares e polissacarídeos da parede celular (VAN SOEST, 1994).

Analisando a composição químico-bromatológica do pedúnculo do caju desidratado, Gonçalves et al. (2007) obtiveram teores de matéria seca (MS), de proteína bruta (PB), de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e hemicelulose de 88,43; 13,12; 73,14; 55,43; e 17,71%, respectivamente. Avaliando a degradabilidade ruminal do subproduto de caju, Gonçalves et al. (2004) observaram valores na degradabilidade potencial de 46,33% e a fração solúvel 15,52%, também rico em taninos conforme esses autores.

Avaliando silagens de capim-elefante com níveis de inclusão de bagaço de pedúnculo do caju desidratado (BPCD) (0; 4; 8; 12 e 16 %) na alimentação de ovinos, Teles et al. (2010) observaram que os níveis de inclusão não afetaram o consumo de MS e foram considerados relativamente bons ($46,38 \text{ g/kg}^{-1} \text{ PV}^{0,75}$) para silagem de capim elefante.

Dantas Filho et al. (2007) ao estudar níveis crescentes de polpa de caju desidratada (0; 10; 20; 30 e 40%) em dietas para ovinos em confinamento, compostas por milho, farelo de soja e feno de tifton, observaram melhores consumos de MS (1,54 kg animal/dia e 4,48% PV) ao introduzir 10% da polpa de caju na dieta, possivelmente pelos menores teores de FDN (42,9%), FDA (20,49%) e lignina (5,88%) registrados.

3.3 AMBIENTE RUMINAL

O ambiente ruminal favorece o desenvolvimento contínuo da população microbiana, atuando como uma câmara de fermentação, devido a fatores como temperatura ideal média de 39°C; anaerobiose; pH tampão médio de 6,8; presença de bactérias, protozoários e fungos; suplemento de nutriente e contínua remoção da digesta (LANA, 2005). A partir dos processos de digestão dos alimentos, ocorre a produção dos ácidos graxos voláteis (AGVs) que é a fonte principal de energia para os ruminantes, além da amônia, metano e dióxido de carbono.

Quando o ambiente ruminal apresenta condições de bem-estar para a população microbiana o alimento sofrerá alterações físicas e metabólicas até finalmente ser absorvido pelo hospedeiro. Ou seja, através de uma dinâmica interativa com o alimento e as condições orgânica mantidas pelo hospedeiro, os microrganismos ruminais mantêm seu crescimento e permitem o aporte de nutrientes necessários para suprir as exigências do ruminante (COELHO, 2002).

Durante o processo evolutivo os ruminantes desenvolveram características anatômicas e de simbiose, o que lhes permite utilizar com eficiência os carboidratos estruturais como fonte de energia, além dos compostos nitrogenados não proteicos como fonte de proteína

(VALADARES FILHO; PINA, 2006), pelo fato da presença de população diversificada de microrganismos no rúmen, que por sua vez, transformam através de processos fermentativos os alimentos fibrosos e sintetizam nutrientes, principalmente proteína e vitamina K e as do complexo B.

Para que ocorra a maximização no desempenho animal, o ambiente ruminal deve apresentar condições ideais de pH, parâmetro químico que tem relação direta com o tipo de alimento ingerido e de suas respectivas produções finais da fermentação, que são os AGVs (HOMEM JUNIOR et al., 2010), além de haver relação com a taxa de crescimento dos microrganismos ruminais, que necessitam de pH em faixa ideal para o seu desenvolvimento.

Quando o pH ruminal está elevado ou em níveis de neutralidade, se permite que ocorra o crescimento de bactérias celulolíticas, que estão presentes em maior número quando os animais são submetidos a pastejo ou ração predominante em volumosos. Assim, o pH do rúmen pode oscilar de 5,5 a 7,2, com valores inferiores de pH detectados em intervalos de tempo curtos, após os animais receberem dieta rica em concentrado (VALADARES FILHO; PINA, 2006).

Sampaio et al. (1998), afirma que o pH ruminal afeta principalmente a degradabilidade da proteína, estimando-se que o valor ideal para a perfeita degradação da mesma situa-se entre 5,5 a 7,0. Lavezzo et al. (1998) estudando o pH ruminal de ovinos alimentados com diferentes tipos de silagem, observaram valor de pH de 6,98 no tempo zero, segundo os autores, isto aconteceu devido ao fato de que o animal em jejum, pode elevar os valores próximo a neutralidade.

A temperatura do rúmen é outro fator que deve ser observado em função desta manter as condições fisiológicas dentro do hospedeiro, ou seja, ao redor de 39°C e de forma relativamente constante. Além disso, é necessário levar em consideração a temperatura da água que é ingerida pelo animal, pois esta pode afetar a temperatura do rúmen e, conseqüentemente, a digestão e a fermentação ruminal (SANTANA NETO et al., 2012).

A ausência de oxigênio no ambiente ruminal é a condição fundamental para que haja a ação dos microrganismos que fermentam o alimento em ambiente anaeróbico. As vias de entrada de oxigênio no rúmen são através da ingestão de alimento e água e por meio de difusão do sangue, no entanto esse oxigênio é rapidamente consumido pelas bactérias anaeróbicas facultativas, ou eliminado através da eructação (FURLAN et al., 2006).

Para seu crescimento adequado, Van Soest (1994) afirma que quando o rúmen está em condições ambientais consideradas dentro da normalidade, oscila numa faixa de -250 a -450 mV (milivolts), refletindo a ausência de oxigênio e o excesso de poder redutor a compostos disponíveis, que de acordo com Valadares Filho e Pina (2006), são o CO₂ reduzido a metano; sulfatos e nitratos a sulfetos e amônia, e ácidos graxos insaturados a ácidos graxos saturados.

O potencial redox é analisado com o auxílio de indicadores como, por exemplo, o azul de metileno, também denominado de tempo de redução do azul de metileno (TRAM). Este é um método utilizado para verificar a atividade da flora bacteriana do líquido ruminal, sendo seu tempo de duração de 2 a 5 minutos, em que maior atividade bacteriana corresponde a valores mais baixos de TRAM (LAVEZZO et al., 1998).

Radostits et al. (2002) cita que os tempos são interpretados da seguinte forma: microflora normal (3 a 6 minutos), indigestão simples (mais de 8 minutos), e acidose aguda (mais de 30 minutos). Ou seja, quando a atividade microbiana aumenta ocorre à descoloração muito rápida, quando a atividade é moderada a descoloração requer mais tempo, indicando que a atividade bacteriana no líquido ruminal diminuiu.

Lavezzo et al. (1998), observaram TRAM médio de 6,27; 3,24; 3,60; 4,85 minutos para os tempos 0, 1, 3 e 6 horas após a alimentação, respectivamente, em ovinos alimentados com diferentes tipos de silagem de milho, ocorrendo maior TRAM no tempo zero (jejum), indicando praticamente ausência da atividade bacteriana.

Vieira et al. (2007), com o objetivo de estudar as características do líquido ruminal em ovinos da raça Santa Inês criados sob regime extensivo de pastagem nas épocas de inverno e verão, observaram que a atividade microbiana avaliada pelo TRAM foi intensa no inverno quando comparada àquela do verão. No verão, a baixa qualidade do pasto, maturação excessiva e o alto teor de fibras comprometeram de forma clara a atividade da microbiota ruminal, que levou maior tempo para reduzir o azul de metileno.

O nitrogênio amoniacal é produto da degradação de fontes proteicas através dos microrganismos do rúmen, provenientes do nitrogênio não proteico da dieta, da degradação da proteína verdadeira dietética e da reciclagem via saliva ou difusão pela parede ruminal e sua remoção pode ser realizada via incorporação em proteína microbiana, pela passagem ao trato posterior ou absorção ruminal (VAN SOEST, 1994). O referido autor acrescenta que o nível ótimo desse produto no líquido ruminal para o crescimento microbiano adequado é de 10mg/100 mL de líquido ruminal.

Altas concentrações de amônia ruminal podem ser indicativo de excesso de proteína degradada ou baixa concentração de carboidratos fermentáveis no rúmen, o que proporciona menor utilização de N-NH_3 pelos microrganismos ruminais, e desta forma implicando em menor desempenho animal (RIBEIRO et al. (2001).

Por outro lado, a diminuição da concentração de amônia no rúmen pode ser causada pelo baixo consumo ou pela degradação ineficiente da proteína, e consequentemente, ocorre menor eficiência do crescimento microbiano, redução da taxa e da digestão da matéria orgânica (MO) no rúmen e diminuição do consumo pelo animal (CHRISTENSEN et al., 1993).

A concentração de N-NH_3 no rúmen é dependente da taxa de degradação, da fonte proteica utilizada e do equilíbrio entre sua produção e utilização por parte dos microrganismos ruminais (MANELLA et al., 2003). Além disso, a concentração de N-NH_3 no rúmen é indispensável para o crescimento bacteriano, desde que associada a fontes de energia, e está diretamente relacionada à solubilidade da proteína dietética e à retenção de nitrogênio pelo animal. Sendo assim, a disponibilidade de energia determina a taxa de crescimento microbiano e a eficiência de utilização de amônia no rúmen (HOOVER e STOKES, 1991).

Neste contexto, a concentração de N-NH_3 no rúmen, a partir dos componentes da dieta de ruminantes, apresenta-se como um parâmetro de influência na eficiência e aproveitamento alimentar. A digestibilidade dos alimentos está altamente correlacionada com a presença dos compostos nitrogenados provenientes dos substratos que compõe estas dietas (MATHIS, et al., 2000).

No entanto, a concentração que favorece a degradação do substrato no rúmen é divergente entre os autores, pois Morrison e Mackie (1996), afirmam que a concentração ótima de N-NH_3 no rúmen é aquela que permite a melhor eficiência da síntese de proteína microbiana, sendo que tal concentração, ainda consiste em uma incógnita.

O principal evento associado à fermentação ruminal de carboidratos é a produção de ácidos graxos voláteis, sendo a principal fonte de energia para os ruminantes, tendo como principais o ácido acético, propiônico e butírico. Sua produção varia de acordo com a fonte de alimento ingerida. Em dietas onde predominam volumosos, produzirá em média 75% de acetato, 17% de propionato e 8% de butirato, já para uma dieta em que se predomina o concentrado, a proporção passa a ser de 57% de acetato, 32% de propionato e 11% de butirato (CARVALHO et al., 2005). Segundo Van Soest (1994), os AGVs produzidos pelos

microrganismos do rúmen através das suas vias metabólicas suprem 85% das exigências de energia dos ruminantes.

O NRC (2007) cita que o perfil de produção de ácidos graxos voláteis é resultante das proporções molares encontradas no rúmen em resposta ao tipo e proporção do alimento ingerido. Desta forma, a relação de volumoso:concentrado é um dos principais fatores que determinam o perfil da população microbiana que será residente e afetará a produção de AGVs.

A maior proporção de acetato é produzida na degradação da celulose e hemicelulose, enquanto que com a degradação dos carboidratos solúveis da planta (amido e açúcares), o padrão de produção de AGVs é elevado tanto em propionato, quanto em acetato, e baixo em butirato. Além disso, a proporção de AGVs varia também com o tipo de forragem oferecida e seu estágio de maturação (MOTA, 2010).

Quase que a totalidade dos AGVs produzidos pelo processo de fermentação ruminal é absorvido passivamente através do epitélio rúmen-retículo, omaso e abomaso. Parte do ácido acético é usado nos processos metabólicos, assim como a lipogênese e metade do ácido propiônico absorvido é convertido em glicose, suprindo tecidos importantes como o cérebro e servindo como fonte precursora de carboidratos como a lactose (açúcar do leite), e o ácido butírico é amplamente convertido a corpos cetônicos no epitélio ruminal (OLIVEIRA et al., 2005).

Além das características bioquímicas que podem ser verificadas no líquido ruminal, pode-se avaliar ainda os aspectos físicos como a cor, odor, consistência e tempo de sedimentação e flotação.

O exame do líquido ruminal consiste em observar vários fatores, dentre eles a coloração, que por sua vez depende até certo ponto do alimento ingerido pelo animal, variando entre as cores verde, verde oliva ou castanho esverdeada. Em bovinos a pasto ou que recebam feno de boa qualidade, a cor é verde escura. Quando a alimentação básica do animal é silagem ou palha (alimento seco) a cor é amarelo acastanhada. Na dieta à base de grãos a cor é branca leitosa à acinzentada e nos casos de estase ruminal prolongada é esverdeada e enegrecida, sendo considerada sinal de putrefação (RADOSTITS et al. (2002).

O odor considerado normal do líquido ruminal deve ser aromático, embora seja forte, mais que não seja de odor repugnante. De acordo com Oliveira et al. (1993), o odor de mofo ou podre em geral indica putrefação da proteína e um cheiro desagradável intenso é

indício de formação excessiva de ácido láctico decorrente de sobrecarga por carboidratos ou grãos.

A consistência considerada normal é a levemente viscosa, enquanto a consistência aquosa sugere acidose ruminal aguda (QUIROZ-ROCHA, et al., 2000), ou início de inatividade de bactérias e protozoários. Quando o líquido ruminal apresenta excesso de espuma está associado a timpanismo espumoso, como no timpanismo primário ou na indigestão vagal (ZILIO et al., 2008).

Com relação à prova de sedimentação e flutuação, consiste em deixar em repouso uma amostra do conteúdo do líquido ruminal e medir o tempo em que aparecem os eventos de sedimentação e flutuação. O tempo normal esperado é de 4 a 8 minutos, onde modificações nesse tempo podem estar relacionadas a anormalidades como ausência de flutuação em casos de acidose, ou indigestão simples (RADOSTITS et al., 2002).

3.4 DEGRADABILIDADE *IN SITU*

Os sistemas de adequação de rações atuais direcionados para os ruminantes tornam-se primordiais para determinação das proporções das frações dos alimentos, bem como suas taxas de digestão, sendo fundamental para se avaliar a disponibilidade de nutrientes e de energia para os microrganismos ruminais. Além disso, permite avaliar a qualidade do nutriente, como, por exemplo, da proteína bruta que escapa da fermentação ruminal, fornecendo, conseqüentemente, aminoácidos disponíveis para digestão a partir do abomaso (MOREIRA et al., 2003).

Atualmente, não apenas proteínas, mais carboidratos estão sendo avaliados quanto a sua disponibilidade, em busca de melhor eficiência alimentar, e conseqüentemente, melhor desempenho animal.

O rúmen representa o principal local onde ocorre a digestão dos constituintes dietéticos nos ruminantes, que é efetuada pela numerosa população microbiana desse compartimento (VAN SOEST, 1994), permitindo o aproveitamento dos nutrientes, das diferentes frações digestíveis presentes na diversidade das espécies vegetais utilizadas como alimento pelos ruminantes.

Sendo assim, é necessário conhecer o valor nutritivo desses alimentos, pois pode proporcionar a adequação de dietas, que otimizem o desempenho produtivo e reduzam o custo

de produção, bem como as perdas energéticas e de compostos nitrogenados (N) associados à digestão e ao metabolismo dos nutrientes (CABRAL et al., 2002).

Associado a este fato, o conhecimento da cinética ruminal relacionado à degradabilidade dos nutrientes é fundamental na avaliação nutricional dos alimentos para os ruminantes, sendo necessária a sincronização entre a degradação ruminal de carboidratos e de proteínas para determinar as taxas de degradação da matéria seca e das diferentes frações que compõem os carboidratos e as proteínas (BALSALOBRE et al., 2003).

Para Merhez e Orskov (1977) determinar a degradação ruminal dos alimentos é indispensável quando se pretende avaliar a quantidade de nutrientes que estará disponível para os microrganismos do rúmen e a quantidade de nitrogênio que alcança o intestino delgado. Para este fim, destaca-se a técnica *in situ*, de onde se pode extrair informações importantes, como a taxa e o potencial de degradação ruminal inerente a cada alimento (BARBOSA, 1996).

A técnica da incubação *in situ* por meio de sacos de náilon tem sido amplamente utilizada para determinação da degradabilidade da matéria seca e de vários constituintes da planta. Em função da sua simplicidade e baixo custo, comparado a estudos *in vivo*, vem sendo bastante difundida podendo contribuir para uma eficiente formulação de ração, conforme o tipo de produção desejada e para confecção de tabelas de composição de alimentos em condições tropicais.

A técnica *in situ* se fundamenta na incubação de sacos de náilon intraruminal contendo o alimento, apresentando como vantagem o fato do processo de degradação ocorrer em condições reais do rúmen (BERCHIELLI et al., 2005), pelo qual é comumente utilizada para determinação da degradação proteica no rúmen, no entanto, atualmente vem sendo usada para avaliação de matéria seca e carboidratos (TOMICH; SAMPAIO, 2004).

Algumas limitações quanto à utilização da técnica *in situ*, como fatores que podem influenciar nos resultados, devem ser observados no momento da adoção da metodologia para que os erros possam ser minimizados. Dentre eles, os que mais influenciam são os relacionados ao saco de náilon utilizado (tipo de material, tamanhos de poros e área superficial em relação ao peso da amostra); processamento das amostras (tamanho de partícula e secagem da amostra incubada); procedimento de incubação (horário de incubação, posicionamento no rúmen, estratégia de colocação e remoção e lavagem das bolsas após a incubação); efeito da dieta fornecida ao animal experimental; efeito individual do animal; e contaminação microbiana do resíduo de incubação.

Desse modo, a porosidade dos sacos deve ser adequada para que ocorra a entrada dos microrganismos e não haja escape do material incubado sem passar pelo processo de degradação, o que superestimaria a degradabilidade (VAZANT et al., 1998). De acordo com a recomendação de Broderick e Cochran (2000) o material dos sacos pode ser de náilon ou poliéster, e que a porosidade dos sacos deve estar entre 40 e 60 μm . Sendo essa faixa favorável ao fluxo do líquido ruminal, além de evitar a saída das partículas não degradadas.

Em relação à quantidade da amostra por área de superfície do saco de náilon, Nocek (1988) sugere relação entre 10 a 20 mg/cm^2 , que poderia ser usada para forragens e concentrados. A quantidade deve ser o suficiente para que haja resíduo para as análises laboratoriais posteriores e ocorra a estimativa mais próxima da realidade dos parâmetros da degradação.

Outro ponto importante é o tamanho de partículas que, segundo Berchielli et al. (2006), o ideal é que as amostras sejam moídas de forma a representar o processo mastigatório do animal, pois, materiais grosseiramente moídos resultam em menores taxas de degradação ou maior variação, em contrapartida os finamente moídos, podem superestimar as taxas de degradação decorrentes de perdas de partículas.

Nocek (1988) recomenda para concentrados que apresentam tamanho de partículas elevados, a moagem em peneiras com crivos de 2,5 a 3 mm, sendo esse tamanho recomendado também para forragens secas e cereais. No caso de forragens verdes, úmidas e ensiladas, é mais apropriado moagem em peneira com malhas de 5 mm (ORSKOV et al., 1988).

Outro aspecto importante que merece atenção é o tempo de colocação e remoção dos sacos de náilon no rúmen, recomenda-se colocar de forma reversa e retirar todos ao mesmo tempo, favorecendo dessa forma menor variação. De acordo com Nocek (1985), a retirada dos sacos a cada intervalo de tempo pode expor os demais ao ambiente externo, comprometendo sua taxa de degradação, levando-se em conta ainda que a lavagem a cada retirada pode não ser realizada de forma padronizada, ocasionando outra fonte de erro.

A lavagem dos sacos após incubação ruminal tem como objetivo de interromper a atividade microbiana e retirar o líquido ruminal do resíduo de alimento, podendo ou não afetar o desaparecimento. A ocorrência de resíduos de microrganismos nos sacos, segundo Huntington e Givens (1995), é principalmente afetada pela forma de lavagem após a sua retirada do rúmen. A contaminação pelos microrganismos é, possivelmente, uma das maiores fontes de erro nas estimativas da extensão e taxa de degradação da proteína, especialmente em alimentos

ricos em nitrogênio, havendo ainda correlação positiva entre o tempo de incubação e contaminação (WANDERLEY, et al., 1993).

Em relação à dieta que o animal consome, é importante que o animal esteja adaptado aos ingredientes que serão avaliados, para que ele desenvolva os microrganismos que colonizem e degradem de forma eficiente o tipo de material incubado (BERCHIELLI et al., 2006).

REFERÊNCIAS

- ALVES, E.M.; PEDREIRA, M.S.; AGUIAR, L.V.; COELHO, C.P.; OLIVEIRA, C.A.S.; SILVA, A.M.P. Silagem de sorgo com e sem tanino em substituição à silagem de milho na alimentação de ovinos: desempenho e características de carcaça. **Ciência Animal Brasileira**, v.13, n.2, p.157-164, abr./jun. 2012.
- BALSALOBRE, M.A.A.; CORSI, M.; SANTOS, P.M.; VIERA, I.; CARDENAS, R.R. Composição Química e Fracionamento do Nitrogênio e dos Carboidratos do Capim- Tanzânia Irrigado sob Três Níveis de Resíduo Pós-pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 519-528, 2003.
- BARBOSA, G.S.S.C. **Influência das condições experimentais sobre a estimativa dos parâmetros do modelo de Orskov para avaliação de digestibilidade em ruminantes**. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 1996. 74p. (Dissertação de Mestrado em Zootecnia, Nutrição Animal).
- BERCHIELLI, T.T.; OLIVEIRA, S.G.; GARCIA, A.V. Aplicações de técnicas para estudos de ingestão, composição da dieta e digestibilidade. **Archives of Veterinary Science**, v.10, n.2, p.29-40, 2005.
- BERCHIELLI, T.T.; RODRIGUEZ, N.M.; OSÓRIO NETO, E. et al. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. 583p.
- BRODERICK, G.A.; COCHRAN, R.C. In vitro and In situ methods for estimating digestibility with reference to protein degradability. In: THEODOROU, M. K. and FRANCE, J. **Feeding Systems and Feed Evaluation Models**. CAB International. p. 53-85, 2000.
- CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J.T.; PEREIRA, O.G.; NUNES, P.M.M.; VELOSO, R.G.; PEREIRA, E.S. Cinética ruminal das frações de carboidratos, produção de gás, digestibilidade in vitro da matéria seca e NDT estimado da silagem de milho com diferentes proporções de grãos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.2332-2339, 2002.
- CARVALHO, F.A.N.; BARBOSA, F.A.; MCDOWELL, L.R. **Nutrição de bovinos a pasto**. Belo Horizonte – MG: 2º ed, 2005. 427p.

CHRISTENSEN, M.L.; CAMERON, M.R.; KLUSMEYER, T.H. Influence of amount and degradability of dietary protein on nitrogen utilization by cows. **Journal Dairy Science**, Champaign, 76:3497-513, 1993.

COELHO, R.M. **Efeitos da concentração de matéria seca e do uso de inoculante bacteriano-enzimático na silagem de Tifton 85 (*Cynodon spp*), sobre a digestão de nutrientes, parâmetros ruminais e comportamento ingestivo em novilhos de corte em crescimento**. 122f. Tese (Mestrado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2002.

COSTA, D.P.B.; SILVA, J.C.G.; MOURÃO, R.C.; RODRIGUES, V.C.; COSTA, Q.P.B.; LIMA, E.S. Microrganismos do rúmen de bovinos e bubalinos castrados e inteiros. **PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 2, n. 34, p.1-11, 2008.

DALLA, E.; ARBOITTE, M.Z.; BRONDANI, I.L.; MENEZES, L.F.G.; RESTLE, J.; SANTI, M. A. M. Aspectos agrônômicos de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) no desempenho e economicidade de novilhos confinados. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. Maringá, v. 30, n. 1, p. 67-73, 2008.

DANTAS FILHO, L.; LOPES, J.B.; VASCONCELOS, V. R.; OLIVEIRA, M.E.; SLVES, A.A.; ARAÚJO, D.L.C.; CONCEIÇÃO, W.L. Inclusão de polpa de caju desidratada na alimentação de ovinos: desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio. **Revista brasileira de Zootecnia**, vol.36, n.1, p.147-154, 2007.

FERREIRA, A.C.H.; NEIVA, J.N.M.; RODRIGUEZ, N.M.; LOBO, R.N.B.; VASCONCELOS, V.R. Valor Nutritivo das Silagens de Capim-Elefante com Diferentes Níveis de Subprodutos da Indústria do Suco de Caju. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1380-1385, 2004.

FURLAN, R. L.; MACARI, M.; FARIA FILHO, D. E. **Anatomia e fisiologia do trato gastrointestinal**. IN: Nutrição de Ruminantes. Jaboticabal: Funep, 583p.2006.

GOES, R. H. T. B.; MANCIO, A. B.; VALADARES FILHO, S. C.; LANA, R. P. Degradação ruminal da matéria seca e proteína bruta, de alimentos concentrados utilizados como suplementos para novilhos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 1, p. 167-173, 2004.

GONÇALVES, J. S.; NEIVA, J. N. M.; OLIVEIRA FILHO, G. S.; LOBO, R. N. B. Valor nutritivo de silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Shum) e *Brachiaria decumbens* contendo pedúnculo de caju (*Anacardium occidentale* L.) desidratado. **Ciência Agronômica**, v.38, n.2, p.204-209, 2007.

GONÇALVES, J.S., FEITOSA, J.V., NEIVA, J.N.M. et al. Degradabilidade ruminal dos subprodutos agroindustriais do caju (*Anacardium occidentale* L.), graviola (*Anona muricata* L.), manga (*Mangifera indica* L.) e urucum (*Bixa orellana* L.) em ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande-MS: SBZ, 2004. CD ROM.

HOMEM JÚNIOR, A. C.; EZEQUIEL, J.M.B.; FÁVARO, V.R.; OLIVEIRA, P.S.N.; D'AUREA, A.P.; SANTOS, V.C.; GONÇALVES, J.S. Fermentação ruminal de ovinos

alimentados com alto concentrado e grãos de girassol ou gordura protegida. **Arquivos Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.1, p.144-153. 2010.

HOOVER, W.H., STOKES, S.R. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3630-3644, 1991.

HUNTINGTON, J.A.; GIVENS, D.I. The in situ technique for studying the rumen degradation of feeds: reviews of the procedure. **Nutrition Abstracts and Reviews (Series B)** v.65, n.2, p.63-93, 1995.

LANA, R.P. **Nutrição e alimentação animal**. 1 ed. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 2005, 343p.

LAVEZZO, O.E.N.M.; LAVEZZO, W.; WECHSLER, F.S. Estádio de Desenvolvimento do Milho. 3. Avaliação de Silagens por Intermédio de Parâmetros de Fermentação Ruminal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.1, p.171-178. 1998.

LEÃO, D. A. S.; FREIRE, A. L. O.; MIRANDA, J. R. P. Estado nutricional de sorgo cultivado sob estresse hídrico e adubação fosfatada. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 1, p. 74-79, 2011.

LIMA, M.L.M. **Uso de subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos**. REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECHNIA, 42, Goiânia, 2005, **Anais**, SBZ, p.322-329.

LOUSADA JUNIOR, J.E.; NEIVA, J.N.M.; et al., Consumo e Digestibilidade de Subprodutos do Processamento de Frutas em Ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.659-669, 2005

MANELLA, M. DE Q.; LOURENÇO, A. J.; LEME, P. R. Recria de Bovinos Nelore em Pastos de Brachiaria brizantha com Suplementação Protéica ou com Acesso a Banco de Proteína de Leucaena leucocephala. Características de Fermentação Ruminal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.1002-1012. 2003.

MATHIS, C.P.; CONCHRAN, R.C.; HELDT, J.S. Effects of supplemental degradable intake protein on utilization of medium-to low-quality forage. **Journal of Animal Science**. v. 78, p. 224-232, 2000.

MATOS, D. S.; GUIM, A.; BATISTA, Â.M.V.; SANTOS, M.V.F.; CORREA, I.M.; SANTOS, G.R.A.; LOPES, C.R.A. População de protozoários ciliados no rumen de ovinos criados na caatinga de Pernambuco. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.2, p.270-279, 2008.

McDONALD, P.; EDWARDS, R.; GREENHALGH, J.F.D. **Nutrition animal**. 4 ed. Zaragoza, Acríbia, 571 p. 1993.

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

- MOREIRA, J.F.C.; RODRIGUEZ, N.M.; FERNANDES, P.C.C.; SALIBA, E.O.S.; GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; BORGES, A.L.C.C. Concentrados protéicos para bovinos. 1. Digestibilidade *in situ* da matéria seca e da proteína bruta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, p.315-323, 2003.
- MORRISOM, M.; MACKIE, R.J. Nitrogen metabolism by ruminal microorganism: current understanding and future perspective. **Australian Journal Agricultural Research**. v. 47, n. 2, p. 227-246, 1996.
- MOTA, M.F.; VILELA, D.; Santos, G.T.; ELYAS, A.C.W.; LOPES, F.C.F.; VERNEQUE, R.S.; PAIVA, P.C.A.; PINTO NETO, A.P. Parâmetros ruminais de vacas leiteiras mantidas em pastagem tropical. **Archivos de Zootecnia**, 59 (226): 217- 224, 2010.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – (NRC). **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington, D.C. 2007.
- NOCEK, J.E. Evaluation of specific variables affecting *in situ* estimates of ruminal dry matter and protein digestion, **Journal Animal Science**, 60:1347, 1985.
- NOCEK, J.E. *In situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: A review. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.8, p.2051-2069, 1988.
- OLIVEIRA, L. B.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, L.S.O.; ALMEIDA, V.V.; PEIXOTO, C.A.M. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.61-67, 2010.
- OLIVEIRA, L.B.; PIRES, A.J.V.; VIANA, A.E.S.; MATSUMOTO, S.N.; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, L.S.O. Produtividade, composição química e características agrônômicas de diferentes forrageiras. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.39, n.12, p.2604-2610, 2010.
- OLIVEIRA, M.D.S.; VIEIRA, P.F.; SOUZA, A. et al. Efeito de métodos de coleta de fluido ruminal sobre a digestibilidade "in vitro" de alguns nutrientes de ração para bovinos. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v.22, p.794-800, 1993.
- OLIVEIRA, M.V.M.; LANA, R.P.; FREITAS, A.W.P; EIFERT, E.C.; PEREIRA, J.C.; FILHO, S.C.V.; PÉREZ, J.R.O. Parâmetros ruminal, sanguíneo e urinário e digestibilidade de nutrientes em novilhas leiteiras recebendo diferentes níveis de monensina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2143-2154. 2005.
- ORSKOV, E.R.; REID, G.W.; KAY, M. predicting of intake by cattle from degradation characteristics of roughage. **Animal Production**, 46:29, 1988.
- PIRES, A.J.V.; REI, R.A.; CARVALHO, G.G.P.; SIQUEIRA, G.R.; BERNARDES, T.F.; RUGGIERI, A.C.; ROTH, M.T.P. Degradabilidade ruminal da matéria seca, da proteína bruta e da fração fibrosa de silagens de milho, de sorgo e de *Brachiaria brizantha*. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.2, p.391-400, 2010.
- QUIROZ-ROCHA, G.F.; BOUDA, J.; GONZÁLEZ, F.H.D. (2000). Coleta e manejo de amostras sanguíneas em bovinos. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BORGES, J.B.; CECIM, M.

(Eds.). Uso de provas de campos e de laboratório clínico em doenças metabólicas e ruminais de bovinos. Porto alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

RADOSTITS, O.M.; MAYHEW, I.G.J.; HOUSTON, D.M. **Exame clínico e diagnóstico em veterinária**. 1 ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 332–338, 2002.

RIBEIRO, K.G.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Eficiência microbiana, fluxo de compostos nitrogenados no abomaso, amônia e pH ruminais, em bovinos recebendo dietas contendo feno de capim-tifton 85 de diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.581-588, 2001.

RIBEIRO, T.P.; COSTA, J.B.; SILVA, V.L.; MARTINS, G.A.; FRIDRICH, A.B.; ALVES, A.A.; BOMFIM, M.A.D.; LEITE, E.R.; ROGÉRIO, M.C.P. Digestibilidade dos constituintes fibrosos de dietas contendo o co-produto de caju amonizado ou Não com ureia. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, v.16, n.2, p.160-172, 2009.

ROCHA Jr., V.R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; BRITO, A.F.; RODRIGUEZ, N.M.; BORGES, I. Avaliação de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para produção de silagem. I - Características agronômicas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária Zootecnia**, Belo Horizonte, v.52, n.5, p.506-511, 2000.

SAMPAIO, A.A.M.; ROSSI JR, P.; BRITO, R.M.; CESTARI, A.L.; BIONDI, F. Efeito de diferentes volumosos sobre a degradabilidade *in situ* de nutrientes e variáveis da fermentação ruminal, mediante a aplicação da somatotropina bovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.27, n.6, p.1234-1240, 1998.

SANTANA NETO, J.A. Características da fermentação ruminal de ovinos em pastejo – revisão de literatura. **Revista científica eletrônica de medicina veterinária**, v.10, n.19, 2012.

TELES, M. M.; NEIVA, J. N. M.; CLEMENTINO, R. H.; RÊGO, A. C.; CANDIDO, M. J. D.; RESTLE, J. Consumo, digestibilidade de nutrientes e balanço de nitrogênio da silagem de capim-elefante com adição de pedúnculo de caju desidratado. **Ciência Rural**, v. 40 n. 2, p. 387-394. 2010.

TOMICH, T.R.; SAMPAIO, I.B.M. A new strategy for the determination of forage degradability with an *in situ* technique through the use of one fistulated ruminant. **Journal Agricultural Science**, v.142, p.589-593, 2004.

VALADARES FILHO, S.C.; PINA, S. Fermentação Ruminal. IN: BERCHIELLE, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. 583p.

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

VASCONCELOS, V.R.; NEIVA, J.N.M, PIMENTEL, J.C.M. et al. Utilização de resíduos do processamento de frutas na alimentação de caprinos e ovinos. In: SEMINÁRIO NORDESTINO DE PECUÁRIA – PECNORDESTE, 6., 2002, Fortaleza, CE, **Anais...** Fortaleza: FAEC, 2002. p .83-99.

- VAZANT, E.S.; COCHRAN, C.; TITGEMEYER, E.C. Standardization of in situ techniques for ruminants feedstuff evaluation. **Journal Animal Science**, v.76, p. 2717-2729, 1998.
- VIEIRA, A. C. S.; AFONSO, J. A. B.; MENDONÇA, C. L. Características do fluído ruminal de ovinos Santa Inês criados extensivamente em Pernambuco. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 27, n. 3, p. 110-114, 2007.
- WANDERLEY, R.C.; HUBER, J.T.; WU, Z.; PESSARAKLI, M.; FONTES, C. Influence of microbial colonization of feed particle on determination of nitrogen degradability by in situ incubation. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.71, n.12, p.3073-3077, 1993.
- ZILIO, B. S., CRUZ, E. V. ANDRADE JÚNIOR, J. P. MERLINI, G. P. MARQUES, L. E. DUQUE, P. V. T. SACCO, S. R. Análise do Líquido Ruminal – Revisão de Literatura. **Revista Científica Eletônica de Medicina Veterinária** – ISSN: 1679-7353, 2008.

4 CAPÍTULO 1 – AMBIENTE RUMINAL DE OVINOS ALIMENTADOS COM BAGAÇO DO PSEUDOFRUTO DO CAJU DESIDRATADO EM SUBSTITUIÇÃO A SILAGEM DE SORGO

RESUMO – Objetivou-se avaliar as características do ambiente ruminal de ovinos alimentados com bagaço do pseudofruto do caju desidratado em substituição a silagem de sorgo. Foram utilizados quatro ovinos mestiços de Santa Inês x Morada Nova fistulados no rúmen, com peso médio de $30 \pm 0,5$ kg. Os ensaios experimentais foram compostos por quatro níveis de substituição do bagaço do pseudofruto do caju desidratado (BPCD) na silagem do sorgo, constituído pelos níveis de 0%, 8%, 16% e 24%, com base na matéria natural. Foram avaliadas as características físico-químicas do líquido ruminal (pH, temperatura, nitrogênio amoniacal, tempo de redução do azul de metileno, tempo de sedimentação e flotação, cor, odor e consistência). O delineamento experimental foi o quadrado latino 4x4, com quatro níveis de substituição do BPCD e quatro períodos de coleta do líquido ruminal após a alimentação, sendo os dados submetidos à análise de variância e teste de regressão. O pH não apresentou diferença entre os níveis de substituição ($P>0,05$). A temperatura não houve diferença significativa ($P>0,05$) em função dos níveis de substituição do BPCD avaliados, no entanto, diferiu em função dos tempos de coleta. Já o nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) apresentou diferença significativa ($P<0,05$); ($P<0,01$) em função dos níveis de substituição do BPCD e dos tempos de coletas do líquido ruminal após a alimentação. O tempo de redução do azul de metileno e o tempo de sedimentação e flotação apresentaram diferenças significativas ($P<0,05$); ($P<0,01$). As características físicas do líquido ruminal se mostraram dentro dos padrões normais. Os resultados demonstraram que a substituição do bagaço do pseudofruto de caju desidratado em até 24% na silagem de sorgo pode ser utilizado na alimentação de ovinos sem comprometer o ambiente ruminal.

Palavras-Chave: líquido ruminal, nitrogênio amoniacal, pH, subproduto.

4.2 INTRODUÇÃO

A produção animal, especialmente na região Nordeste do Brasil, é limitada em parte pelos elementos climáticos e pelo manejo inadequado da produção de forragens. Na época de escassez da oferta de alimentos é fator limitante à produção, e induz à suplementação através de concentrados, elevando os custos de produção, alterando a composição da dieta e promovendo mudanças dos hábitos alimentares, contribuindo desta forma para o surgimento de transtornos digestivos (MIRANDA NETO et al., 2005).

Neste contexto, a manutenção do ambiente ruminal em condições adequadas é fundamental para o melhor aproveitamento da dieta, pois favorece o desenvolvimento contínuo da população microbiana, atuando como uma câmara de fermentação devido a fatores como temperatura ideal média de 39°C; anaerobiose; pH tampão médio de 6,8; presença de bactérias, protozoários e fungos; suplemento de nutriente e contínua remoção da digesta (LANA, 2005).

Os processos fermentativos que ocorrem no rúmen são responsáveis pela produção de proteína microbiana, ácidos graxos voláteis e vitaminas, sendo que sua quantidade e qualidade estão diretamente relacionados com a natureza da dieta ingerida e da forma de fornecimento, que por sua vez estão relacionados com fatores fisiológicos do ambiente ruminal, como a temperatura, anaerobiose e pH.

As bactérias e protozoários são os principais microrganismos responsáveis pela digestão dos alimentos no rúmen, tendo como produto final a produção CO₂, metano, amônia e ácidos graxos voláteis, a principal fonte de energia para os ruminantes, além disso, os microrganismos são fontes naturais de proteína. Entretanto, para que haja a produção de proteína microbiana no rúmen, é necessário o crescimento e eficiência dos microrganismos em utilizarem os substratos energéticos e nitrogenados, fundamental para os processos de manutenção, crescimento e reprodução (OLIVEIRA et al., 2007).

O pH ruminal é um dos parâmetros determinantes na concentração e composição da microbiota ruminal, sendo a alimentação responsável diretamente por suas modificações. Segundo Van Soest (1994), o pH abaixo de 6,2 aumenta o tempo de colonização da fibra e inibe a sua degradação, no entanto as bactérias amilolíticas vão atuar em uma faixa de pH mais baixo (5,8), isso demonstra que o pH do líquido ruminal afeta a degradação dos alimentos de forma diferenciada, sendo a faixa de pH ideal entre 5,5 e 7,0 (FURLAN et al., 2006).

Desse modo, o excesso ou deficiência alimentar, o tipo de alimentação e seu processamento produzem desequilíbrios na população microbiana e na manutenção do ambiente ruminal, resultando em insuficiente degradação dos substratos e a inatividade da microflora. Os efeitos dessas anormalidades sobre o animal variam desde a disfunção da motilidade ruminal, crescimento e desempenho deficientes, até total toxidez e lesão nos diferentes organismos (FRAZOLIN et al., 2000).

Neste contexto, a análise do líquido ruminal pode ser utilizada no diagnóstico de enfermidades ligadas ao sistema digestório dos ruminantes, pois permite avaliar a atividade dos microrganismos ruminais (BORGES et al., 2002). O conteúdo ruminal pode ser analisado ainda quanto aos aspectos físicos como a cor, odor, consistência e tempo de sedimentação e flotação, quanto às características bioquímicas como pH e tempo de redução do azul de metileno (DIRKSEN, 1993) e quanto às características microbiológicas. Desse modo, a análise dos parâmetros ruminais possibilita a avaliação do ambiente ruminal, podendo identificar a relação existente entre a dieta e o desenvolvimento da microbiota ruminal.

Altas concentrações de lignina e tanino podem se apresentar no subproduto do caju, o que pode reduzir o aporte proteico e energético pela sua ligação a essas frações tornando-as indisponível aos microrganismos ruminais. Neste contexto, objetivou-se com o presente estudo avaliar as características do ambiente ruminal de ovinos alimentados com bagaço do pseudofruto do caju desidratado em substituição a silagem de sorgo.

4.3 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no Módulo Experimental de Pequenos Ruminantes, pertencentes ao Núcleo de Estudos em Avaliação de Plantas Forrageiras e Nutrição de Pequenos Ruminantes no Semiárido do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - NUPPA/NUTRISA/IFRN, localizado no município de Apodi – RN.

Para o estudo do ambiente ruminal foram utilizados quatro ovinos machos mestiços (Santa Inês X Morada Nova), fistulados no rúmen, vermifugados, não castrados, com peso médio de $30 \pm 0,5$ kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizados, mantidos confinados durante todo o período experimental em baias individuais, devidamente cobertas e providas de comedouro, bebedouro e saleiro destinado à suplementação mineral (Figura 1).



Figura 1 – Instalação experimental

Os ensaios experimentais foram compostos por quatro níveis crescentes de substituição do BPCD na silagem do sorgo, constituído pelos níveis de 0%, 8%, 16% e 24%, com base na matéria natural. O período experimental para os ensaios teve duração de 60 dias, sendo compostos por quatro períodos de 15 dias, dos quais 14 dias foram de adaptação dos animais à alimentação e 1 dia para coleta do líquido ruminal.

Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, em quantidade que permitisse sobra em torno de 10% do total oferecido. Foi fornecido suplemento mineral e água à vontade.

O sorgo utilizado para confecção das silagens experimentais foi da variedade BRS Ponta Negra e cultivado seguindo as orientações de Lima et al. (2006). Foi colhido a partir do momento em que a forragem atingiu teores de matéria seca entre 30 e 35%, considerados por Neiva e Vasconcelos (2000) adequados para o início do processo de ensilagem, que ocorre por volta dos 90 dias de cultivo.

O bagaço do pseudofruto do caju (BPC) foi adquirido *in natura* junto à agroindústria de sucos (EBBA) - Empresa Brasileira de Bebidas e Alimentos S/A, localizada em Aracati/CE e da agroindústria Sucos do Brasil S/A, localizada no município de Pacajus/CE, o qual foi desidratado em secador solar nas dependências do IFRN – Campus Apodi, com o objetivo de conservar o bagaço do pseudofruto do caju desidratado (BPCD) para utilizá-lo no momento da ensilagem.

Para a confecção das silagens foi utilizado o sorgo cortado aos noventa dias de crescimento, processado em máquina picadora e misturado ao pseudofruto do caju desidratado, homogeneizando e compactando, procurando manter uma densidade próxima a 500 kg/m³.

Foram coletadas amostras homogêneas de aproximadamente 300g dos silos referentes a cada nível de substituição do BPCD no momento da abertura para a realização posterior das análises. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos vedados, identificados e conduzidas imediatamente ao Laboratório de Nutrição Animal do IFRN, onde foi realizada a pré-secagem do material e armazenadas para as análises, que foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do IFRN e da UFERSA.

As amostras foram secas em estufa de ventilação forçada de ar a 55°C por 72 horas, e em seguida uma parte das mostras foram moídas em peneiras com crivo de 1 mm para as análises de composição química dos alimentos, apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica das dietas contendo bagaço do pseudofruto do caju desidratado em substituição a silagem de sorgo

Nutrientes	Níveis de substituição do BPCD			
	0%	8%	16%	24%
Matéria seca	33,3	36,9	38,8	41,1
Proteína bruta	8,1	9,1	10,2	11,1
Matéria Orgânica	90,8	91,8	92,3	92,6
Matéria mineral	9,2	8,2	7,7	7,4
Fibra em detergente neutro	64,0	64,2	62,1	65,8
Fibra em detergente ácido	39,1	41,1	47,6	47,0
Etrato etéreo	1,8	2,8	2,0	3,2
Carboidratos Totais	80,9	79,9	80,1	78,3
Carboidratos não-fibrosos	16,9	15,7	18,0	12,5
Lignina	2,8	6,3	9,8	8,9

Foi determinada a matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e extrato etéreo (EE) segundo as recomendações de Silva e Queiroz (2002); carboidratos totais (CHOT), conforme a equação proposta por SNIFFEN et al. (1992), onde $CT\% = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas)$; e os carboidratos não fibrosos (CNF) calculados de acordo com WEISS (1999), sendo $CNF\% = 100 - (\%FDN + \%PB + \%EE + \%cinzas)$. A fração da lignina foi obtida

a partir do resíduo da análise do FDA, pelo uso do método Klason, descrito por MIZUBUTI et al. (2009).

As colheitas do líquido ruminal foram realizadas em cada animal pelo acesso direto ao rúmen, nos tempos: 0 (no momento da alimentação), 2, 5 e 8 horas, após a alimentação matinal, sendo obtidos aproximadamente 200 mL do líquido ruminal (amostra principal), após filtração em pano. Após serem colhidas, as amostras foram acondicionadas em garrafas térmicas previamente aquecidas a $\pm 39^{\circ}\text{C}$.

No momento da colheita do líquido ruminal, a temperatura foi determinada com auxílio de um termômetro digital de infravermelho, e o pH foi determinado momento depois da colheita com auxílio de um potenciômetro de bancada, (Figura 2). Em seguida foi realizado a análise para o tempo de redução do azul de metileno (TRAM), método utilizado para verificar a atividade da flora bacteriana do líquido ruminal, o TRAM foi analisado com auxílio de tubos cônico Falcon, o qual foi adicionado 9,5 mL de líquido ruminal e 0,5 mL de azul de metileno (solução 0,02%), e através de um cronômetro monitorava-se quanto tempo levava para que ocorresse o evento de redução do azul de metileno no líquido ruminal, de acordo com Rosenberger (1993), (Figura 2).

Para a análise do tempo de sedimentação e flotação (TSF) foram utilizados 10 mL de líquido ruminal (subamostra) em tubo cônico Falcon TTP (Transform Tecnologia em Plásticos, Porto Alegre, RS, Brasil), as amostras foram deixadas em repouso, e através de um cronômetro monitorava-se quanto tempo levava para que ocorresse o evento de sedimentação e flotação de acordo com Borges et al. (2002), (Figura 2).

Para as análises do N-NH_3 foi transferida uma alíquota de 40 mL de líquido ruminal para tubos contendo 1 mL de ácido sulfúrico a 50%, que foi conservado a -20°C . Posteriormente, as amostras foram descongeladas e o N-NH_3 foi determinado por destilação com óxido de potássio (KOH), usando-se o ácido bórico (H_3BO_3) com indicador misto de cor como solução receptora (vermelho de metila + verde de bromocresol) e titulando-se com ácido clorídrico - HCl 0,02N.

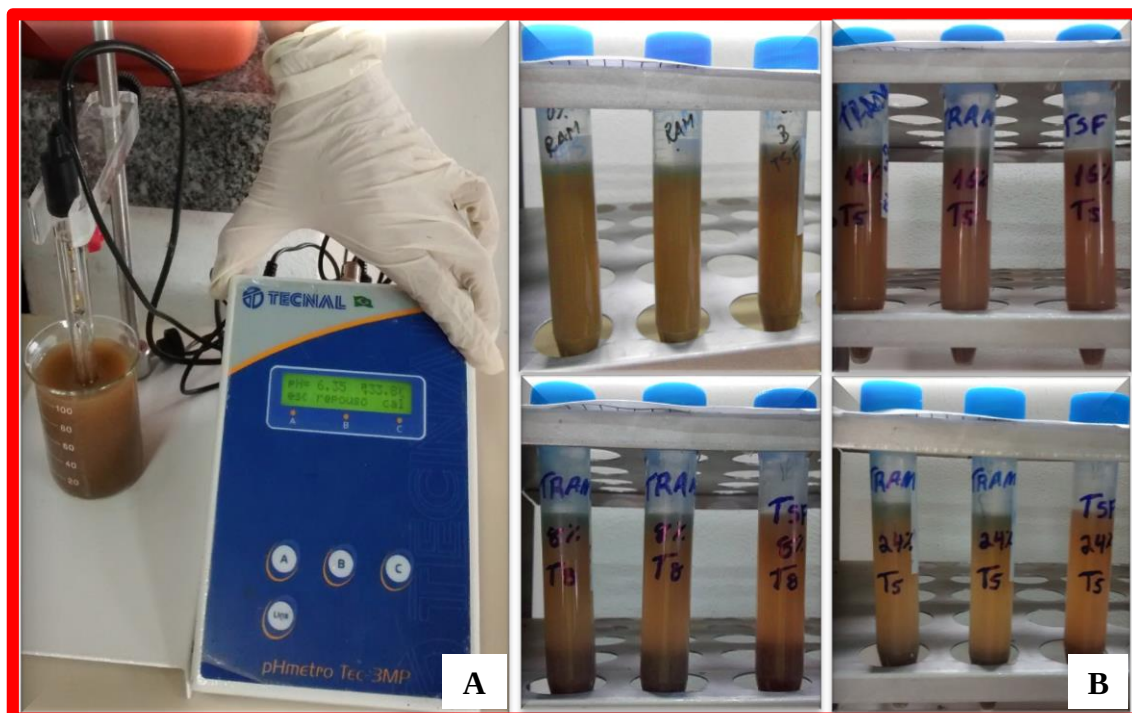


Figura 2 - Leitura do pH (A), Análise do tempo de redução do azul de metileno e do tempo de sedimentação e flotação (B)

As análises físicas do líquido ruminal foram realizadas logo após a colheita do líquido ruminal e caracterizadas pela avaliação da cor (verde ou verde-pardo), odor (aromático ou intenso) e a consistência (líquida ou viscosa), de acordo com a metodologia descrita por Diaz González et al. (2000), no entanto se fosse observada outra cor, odor e consistência que não a determinada, essa seria anotada. Os resultados obtidos foram determinados baseando-se nas frequências de ocorrências das características observadas e determinadas em porcentagem.

O delineamento experimental para se determinar o ambiente ruminal foi o quadrado latino 4x4, com quatro níveis de substituição do bagaço do pseudofruto do caju desidratado na silagem de sorgo e quatro períodos de coleta arranjados em parcela subdividida com nível alimentar na parcela e tempo na subparcela. Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste de regressão por meio de análises de dados do software SAS (Statistical Analysis System, 1990).

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores do pH do líquido ruminal obtidos nos diferentes tempos de amostragem se encontram na Tabela 2. Para esse parâmetro não houve efeito significativo ($P>0,05$) entre os níveis de substituição do bagaço do pseudofruto do caju desidratado (BPCD) na silagem de sorgo, como também para os tempos de coleta após a ingestão do alimento.

Tabela 2 – Média e coeficiente de variação (CV) do pH ruminal de ovinos alimentados com bagaço do pseudofruto do caju desidratado (BPCD) em substituição a silagem de sorgo nos diferentes tempos de coleta do líquido ruminal

Tempo (h)	Níveis de inclusão do BPCD				Equação de Regressão ⁽¹⁾	CV (%)
	0%	8%	16%	24%		
0	6,56	6,55	6,42	6,55	-	3,08
2	6,39	6,34	6,45	6,43	-	3,22
5	6,54	6,52	6,65	6,65	-	2,12
8	6,59	6,48	6,60	6,59	-	2,86
Equação de Regressão ⁽²⁾	-	-	-	-		
CV (%)	1,72	2,74	3,16	4,15		

⁽¹⁾ Equações de regressão do pH em função do tratamento: $Y_{(0h)} = 6,37$; $Y_{(2h)} = 6,38$; $Y_{(5h)} = 6,68$; e $Y_{(8h)} = 6,93$.

⁽²⁾ Equações de regressão do pH em função do tempo: $Y_{(0\%)} = 6,67$; $Y_{(8\%)} = 6,73$; $Y_{(16\%)} = 6,30$; e $Y_{(24\%)} = 6,89$.

Os valores de pH se encontram dentro da normalidade, não comprometendo o desenvolvimento microbiano, principalmente das bactérias celulolíticas que dependem de uma faixa ideal de para seu desenvolvimento. Para Van Soest (1994) o pH abaixo de 6,0 promove redução da digestão ruminal da fibra, e valores entre 6,2 e 7,2 é ideal para o crescimento das bactérias celulolíticas, sendo a faixa de 6,2 a 7,0 o indicado para a digestão da mesma. Desvios substancialmente acima ou abaixo deste valor são prejudiciais à atividade desse grupo de bactérias.

Nessa ótica, analisando a variação do pH ruminal em decorrência dos tempos de coletas e das dietas fornecidas, observa-se valores entre 6,34 e 6,65, portanto adequados para o crescimento microbiano e digestão da fibra. No entanto, para Mertens (1992) a digestão da fibra declinaria quando o pH ruminal estivesse abaixo de 6,7. Esses resultados indicam que as

alterações nos parâmetros de fermentação ruminal imposta pelos tratamentos não foram suficientemente expressivos a ponto de ocorrer redução no pH ruminal.

Na Figura 3 pode ser observada a evolução temporal do pH no líquido ruminal nos diferentes tratamentos avaliados, onde nota-se que houve redução no pH pós-prandial sendo os menores valores encontrados no tempo de duas horas após a refeição, com exceção do nível de substituição de 16% do subproduto do caju na silagem de sorgo que apresentou aumento no tempo de duas horas.

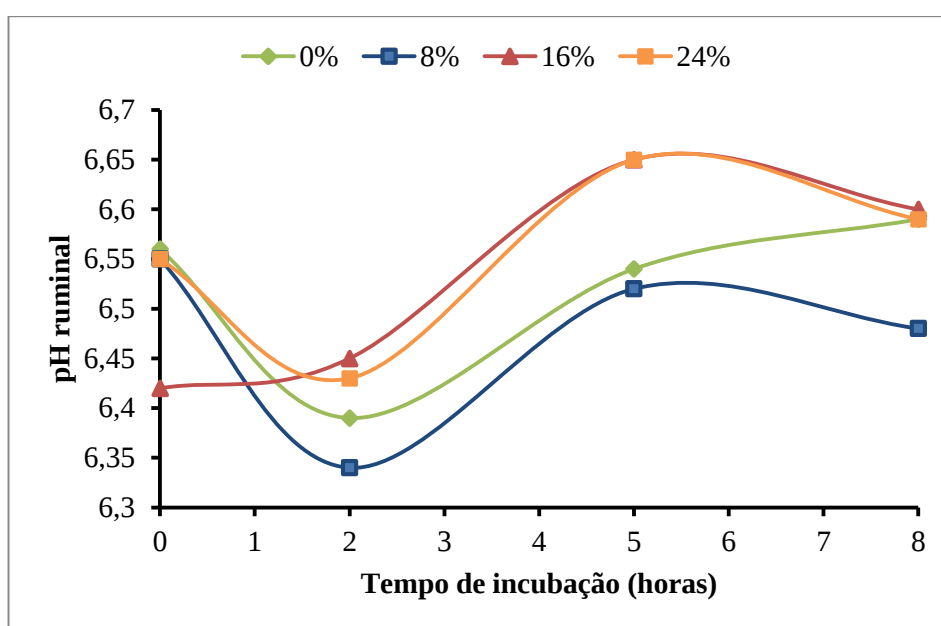


Figura 3 - pH do líquido ruminal em função dos tempos de coletas.

Os resultados encontrados concordam com aqueles obtidos por Rogério (2009) que, ao trabalhar com níveis de substituições crescentes do pedúnculo de caju (0, 19, 38 e 52%) em dietas de ovinos, destacou que ao substituir o subproduto de caju em maior nível verificou maior valor médio de pH, corroborando com os dados obtidos no referente estudo em que o nível de 24% obteve valores superiores aos do nível de 8% do BPCD a partir de duas horas após a alimentação.

Ainda na Figura 3 observa-se que houve decréscimo no pH ruminal no tempo de zero a duas horas após a ingestão da dieta, exceto para o tratamento com substituição de 16% do BPCD. Essa mudança no pH pode estar associada ao tempo decorrido após a ingestão da dieta e ao tempo de coleta da amostra que, de acordo com Feitosa (2008), logo após a ingestão ocorre aumento na digestão bacteriana que, por sua vez, aumenta a produção de ácidos graxos

e conseqüentemente, diminui os valores de pH. Com o passar das horas o pH se reestabelece, podendo chegar a um valor maior que 7,0 após 12 horas.

Os valores das médias para a temperatura do líquido ruminal estão apresentados na Tabela 3, onde observa-se que não houve diferença significativa ($P>0,05$) em função dos níveis de substituição do BPCD avaliados, no entanto, diferiu em função dos tempos de coleta, apresentando comportamento cúbico para o tempo zero e linear para os demais tempos avaliados.

Tabela 3 – Média e coeficiente de variação (CV) da temperatura ruminal de ovinos alimentados com bagaço do pseudofruto do caju desidratado (BPCD) em substituição a silagem de sorgo nos diferentes tempos de coleta do líquido ruminal

Tempo (h)	Níveis de inclusão do BPCD				ER ⁽¹⁾	CV (%)
	0%	8%	16%	24%		
0	36,83	36,90	36,65	36,53	-	1,63
2	36,28	37,43	36,10	36,28	-	4,33
5	38,78	38,30	37,50	38,50	-	2,87
8	38,48	38,60	38,73	38,70	-	2,88
ER ⁽²⁾	Cúbica** ($R^2 = 0,89$)	Linear* ($R^2 = 0,61$)	Linear** ($R^2 = 0,62$)	Linear* ($R^2 = 0,72$)		
CV (%)	1,52	2,88	2,89	2,24		

⁽¹⁾ Equações de regressão da temperatura em função do tratamento: $Y_{(0h)} = 36,79$; $Y_{(2h)} = 36,36$; $Y_{(5h)} = 36,30$; e $Y_{(8h)} = 38,70$.

⁽²⁾ Equações de regressão da temperatura em função do tempo: $Y_{(0\%)} = 35,01 - 1,19x + 0,55x^2 - 0,05x^3$; $Y_{(8\%)} = 38,13 + 0,20x$; $Y_{(16\%)} = 37,48 - 0,92x$; e $Y_{(24\%)} = 39,30 - 0,83x$.

* ($P<0,05$); **($P<0,01$).

Os valores mais elevados de temperatura foram observados com 5 e 8 horas após o fornecimento da dieta, como observado na Figura 4, possivelmente pela maior atividade fermentativa que ocorre após a alimentação, pois a presença do alimento no rúmen estimula a sua atividade, além de elevar a movimentação das partículas ocasionando aumento da temperatura do líquido ruminal.

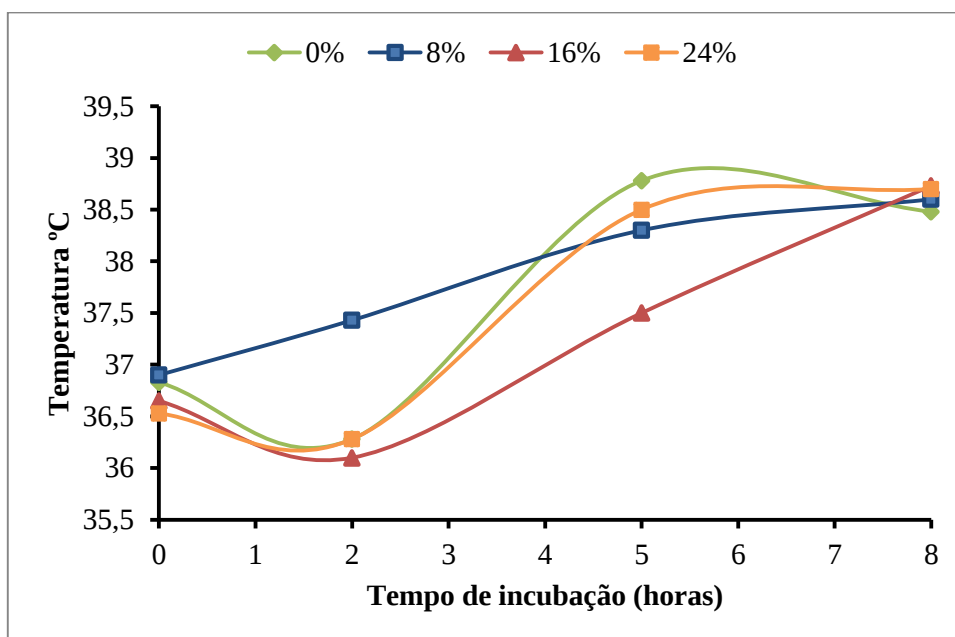


Figura 4 - Temperatura do líquido ruminal em função dos tempos de coletas.

Os valores médios para o nitrogênio amoniacal (N-NH_3) do líquido ruminal nos diferentes tempos de coleta em função das dietas avaliadas estão apresentadas na Tabela 4. Observa-se que houve efeito significativo ($P < 0,05$); ($P < 0,01$) em função dos níveis de substituição do BPCD na silagem de sorgo segundo as equações de regressão apresentada e em função dos tempos de coletas, apresentando comportamento cúbico, quadrática e linear.

Observa-se que a ausência do subproduto de caju na silagem de sorgo (0%) possivelmente propiciou maior digestibilidade da proteína bruta dietética para esse nível em relação aos demais. Com exceção do nível de substituição de 8% do BPCD no tempo zero que apresentou valor mais elevado, a silagem de sorgo apresentou valores mais elevados de N-NH_3 , a partir de duas horas após a alimentação, variando de 13,24 a 9,12 para os tempos 2 a 8 respectivamente. Já para os demais observa-se que os valores de N-NH_3 foram menores.

A provável causa para essa redução nos valores de nitrogênio pode ser a presença de altos teores de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) no bagaço do caju desidratado, que possivelmente contribuiu para reduzir a degradação da proteína bruta.

No presente estudo, as médias para o N-NH_3 com exceção dos tempos 5 e 8 dos tratamentos 16% e 24%, foram superiores a 5 mg/100 mL, considerado o mínimo necessário para garantir boa atividade microbiana e não limitar seu crescimento (SATTER; SLYTER 1974). Van Soest (1994) cita que o nível ótimo de N-NH_3 é de 10 mg/100 mL. Todavia, estes valores não devem ser considerados como números fixos, devido ao fato de a capacidade de

síntese de proteína e captação de amônia pelas bactérias depender da taxa de fermentação dos carboidratos (HOMEM JÚNIOR et al., 2010).

Tabela 4 – Média e coeficiente de variação (CV) do nitrogênio amoniacal (mg/100 mL) ruminal de ovinos alimentados com bagaço do pseudofruto do caju desidratado (BPCD) em substituição a silagem de sorgo nos diferentes tempos de coleta do líquido ruminal

Tempo (h)	Níveis de inclusão do BPCD				ER ⁽¹⁾	CV (%)
	0%	8%	16%	24%		
0	13,71	13,80	8,78	9,31	Linear* (R ² = 0,57)	23,53
2	13,24	7,42	8,60	5,38	Linear* (R ² = 0,71)	28,25
5	8,45	5,67	5,55	4,83	Linear* (R ² = 0,64)	21,21
8	9,12	8,44	3,58	6,45	Cúbica** (R ² = 0,84)	19,42
ER ⁽²⁾	Cúbico** (R ² = 0,85)	Quadrática** (R ² = 0,80)	Linear** (R ² = 0,58)	-		
CV (%)	11,15	22,27	37,28	41,10		

⁽¹⁾ Equações de regressão do N-NH₃ em função do tratamento: Y_(0h) = 11,59 + 0,77x; Y_(2h) = 15,50 – 1,64x; Y_(5h) = 8,67 – 0,65x; e Y_(8h) = 7,70 + 0,67x – 0,12x² + 0,003x³.

⁽²⁾ Equações de regressão do N-NH₃ em função do tempo: Y_(0%) = 14,36 + 1,03x – 0,77x² + 0,07x³; Y_(8%) = 13,76 – 4,57x + 0,76x²; Y_(16%) = 7,29 + 0,58x; e Y_(24%) = 8,10.

* (P<0,05); ** (P<0,01).

A concentração de N-NH₃ no rúmen, a partir dos componentes da dieta de ruminantes, apresenta-se como um parâmetro de grande influência na eficiência e aproveitamento alimentar. No entanto, a concentração que favorece a degradação do substrato no rúmen é divergente entre os autores. Segundo Morrison e Mackie (1996), a concentração ótima de N-NH₃ no rúmen é aquela que permite a melhor eficiência de síntese de proteína microbiana, sendo que tal concentração ainda consiste em uma incógnita.

Os valores observados para as concentrações de N-NH₃ no líquido ruminal em função do tempo após a alimentação estão demonstrados na Figura 5.

A redução na concentração de amônia no rúmen pode ser causada pelo baixo consumo ou pela degradação ineficiente da proteína e, conseqüentemente, ocorre menor eficiência do crescimento microbiano, redução da taxa e da digestão da matéria orgânica (MO) no rúmen e diminuição do consumo pelo animal (CHRISTENSEN et al., 1993). Este relato explica a causa da redução nos valores de N-NH₃ com o aumento dos níveis de substituição do

subproduto do caju na silagem de sorgo, tendo em vista que o consumo pelos animais foi menor com o nível mais elevado.

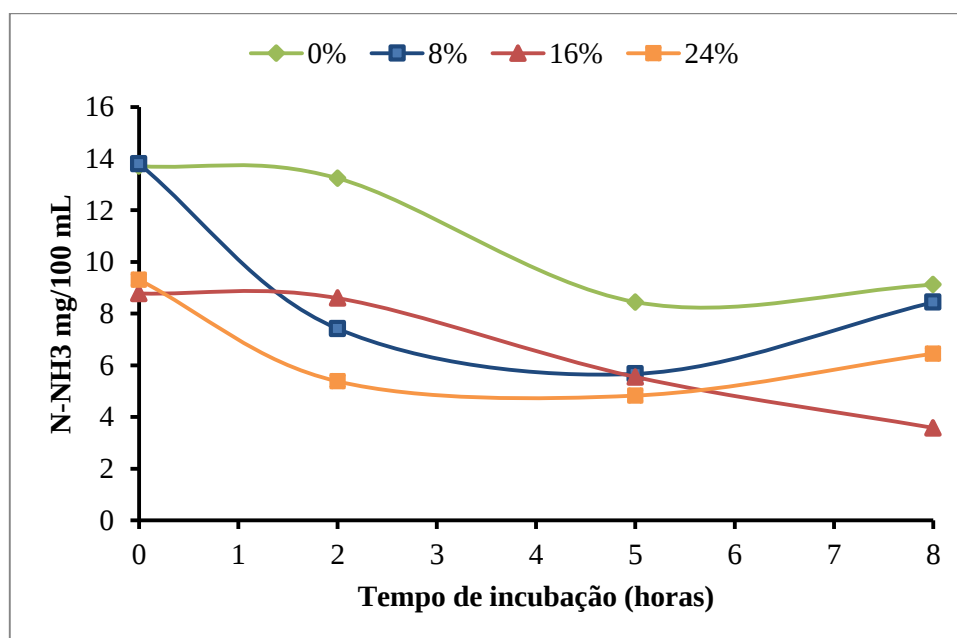


Figura 5 – Nitrogênio amoniacal (N-NH₃) do líquido ruminal em função dos tempos de coletas.

Ferreira et al. (2007) ao estudarem a silagem de capim elefante com a inclusão do subproduto de caju, verificou redução dos níveis de N-NH₃ e elevação nos níveis de MS e PB, no entanto, os elevados níveis de fibra em detergente ácido e fibra em detergente neutro encontrados podem comprometer a digestibilidade da silagem reduzindo seu valor nutritivo.

No referente estudo os níveis de substituição do BPCD na silagem de sorgo apresentaram concentrações mais elevadas de nitrogênio amoniacal no tempo zero, quando comparado aos outros tempos (Figura 6). Não seria esperado esse resultado, uma vez que o pico de concentração do nitrogênio no líquido ruminal geralmente ocorre duas horas após a alimentação. Uma possível explicação seria que os animais podem ter ingerido alimento momento antes da retirada das sobras e início da coleta.

Outra possibilidade seria através da reciclagem de nitrogênio, pois, segundo Fregadolli et al. (2001), uma das funções da saliva é a reciclagem de nitrogênio e a secreção desta é estimulada antes mesmo da ingestão do alimento por estímulos sensoriais como a visualização do alimento e olfato. É possível que o manejo e a movimentação para a pesagem das dietas, que antecederam o fornecimento das rações, tenham condicionado os animais,

gerando ansiedade pela refeição e estímulo para a salivação, provocando aumento na concentração de N-NH₃ momentos antes da alimentação.

As médias para o tempo de redução do azul de metileno (TRAM) se encontram na Tabela 5, e observa-se que houve efeito linear crescente ($P < 0,05$) entre as dietas avaliadas a medida que aumentou a substituição do subproduto do caju na silagem de sorgo verifica-se aumento no TRAM. Já com relação aos tempos de coletas não houve diferença significativa como observado na Figura 6.

Tabela 5 – Média e coeficiente de variação (CV) do tempo de redução do azul de metileno (min.) do líquido ruminal de ovinos alimentados com bagaço do pseudofruto do caju desidratado (BPCD) em substituição a silagem de sorgo nos diferentes tempos de coleta do líquido ruminal

Tempo (h)	Níveis de inclusão do BPCD				ER ⁽¹⁾	CV (%)
	0%	8%	16%	24%		
0	3,84	7,02	8,42	11,19	Linear* (R ² = 0,52)	46,74
2	5,09	6,82	8,63	11,37	Linear* (R ² = 0,49)	45,30
5	4,38	7,31	9,17	12,87	Linear* (R ² = 0,46)	63,88
8	4,64	7,03	10,76	14,23	Linear* (R ² = 0,46)	66,38
ER ⁽²⁾	-	-	-	-		
CV (%)	31,26	32,21	26,24	63,29		

⁽¹⁾ Equações de regressão do TRAM em função do tratamento: $Y_{(0h)} = Y = 6,52 + 0,64x$; $Y_{(2h)} = 8,99 + 0,25x$; $Y_{(5h)} = 8,51 + 0,56x$; e $Y_{(8h)} = 8,86 + 0,15x$;

⁽²⁾ Equações de regressão do TRAM em função do tempo: $Y_{(0\%)} = 4,45$; $Y_{(8\%)} = 9,14$; $Y_{(16\%)} = 17,42$; e $Y_{(24\%)} = 4,35$; * ($P < 0,05$).

No presente estudo, os valores encontrados para esse parâmetro estão mais elevados do que o considerado normal para uma flora bacteriana ativa, observando que a medida que aumenta o nível de substituição do subproduto do caju na silagem de sorgo, aumentam os valores para o TRAM. No entanto, para uma microbiota altamente ativa, esse evento ocorre entre três a quatro minutos, que geralmente ocorre quando a alimentação é a base de concentrado. Quando essa redução ocorre de três a seis minutos indica uma atividade microbiana média e acima de seis minutos para dietas de difícil digestão, anorexia prolongada e acidose ruminal (DIRKSEN 2008).

Para Radostits et al. (2002) os tempos são interpretados da seguinte forma: microflora normal (3 a 6 minutos), indigestão simples (mais de 8 minutos), e acidose aguda (mais de 30 minutos), ou seja, quando a atividade microbiana aumenta ocorre à descoloração do azul de metileno muito rápida, quando a atividade é moderada a descoloração requer mais tempo, indicando que a atividade bacteriana no líquido ruminal diminuiu.

Portanto, diante dos resultados do TRAM obtidos neste estudo, como se observa na Figura 6, pode-se dizer que a silagem de sorgo se apresentou dentro da faixa para atividade microbiana normal nos diferentes tempos de coletas, e os demais níveis testados apresentaram atividade média para uma dieta com a digestão mais lenta, em que o nível de 24% do subproduto do caju desidratado associado a silagem de sorgo foi mais afetado. Possivelmente, devido ao alto teor de fibras e a presença de lignina mais elevado no subproduto do caju, comprometendo a atividade da microbiota ruminal, que por sua vez, levou maior tempo para reduzir o azul de metileno.

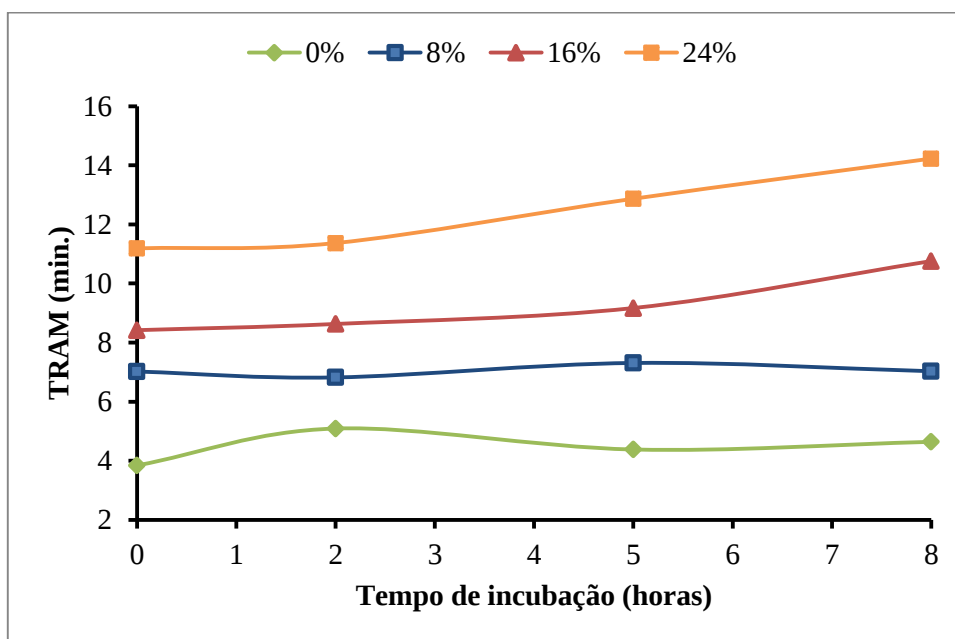


Figura 6 – Tempo de redução do azul de metileno (TRAM) do líquido ruminal em função dos tempos de coletas.

Na tabela 6 encontram-se os valores obtidos para o tempo de sedimentação e flotação (TSF) nos tempos de coletas após a alimentação, onde observa-se que houve efeito quadrático e linear ($P < 0,05$) e ($P < 0,01$) entre os níveis zero e com substituição de 8% do subproduto do caju na silagem de sorgo, respectivamente, já os demais níveis não diferiram

entre si. Os resultados para os tempos de coletas, apresentaram comportamento linear e quadrático para os níveis de 8 a 24% de substituição do BPCD na silagem de sorgo.

Tabela 6 – Média e coeficiente de variação (CV) do tempo de sedimentação e flotação (min.) do líquido ruminal de ovinos alimentados com bagaço do pseudofruto do caju desidratado (BPCD) em substituição a silagem de sorgo nos diferentes tempos de coleta do líquido ruminal

Tempo (h)	Níveis de inclusão do BPCD				ER ⁽¹⁾	CV (%)
	0%	8%	16%	24%		
0	4,28	6,04	6,70	5,15	Quadrática* (R ² = 0,53)	46,74
2	5,34	4,88	3,08	3,74	Linear** (R ² = 0,52)	45,30
5	3,47	4,05	3,64	3,49	-	63,88
8	4,27	2,95	3,61	3,01	-	66,38
ER ⁽²⁾	-	Linear* (R ² = 0,62)	Quadrática* (R ² = 0,67)	Linear* (R ² = 0,62)		
CV (%)	31,15	28,52	30,82	18,70		

⁽¹⁾ Equações de regressão do TSF em função do tratamento: $Y_{(0h)} = Y = 5,5 + 0,26x - 0,001x^2$; $Y_{(2h)} = 6,73 + 0,18x$; $Y_{(5h)} = 1,91$; e $Y_{(8h)} = 2,43$.

⁽²⁾ Equações de regressão do TSF em função do tempo: $Y_{(0\%)} = 3,00$; $Y_{(8\%)} = 8,11 - 0,74x$; $Y_{(16\%)} = 6,01 - 3,14x + 0,77x^2$; e $Y_{(24\%)} = 5,21 - 1,11x$.

* (P<0,05); ** (P<0,01).

O tempo de sedimentação e flotação normal esperado é de 4 a 8 minutos e modificações nesse tempo podem estar relacionadas a anormalidades como ausência de flutuação em acidose (RADOSTITS et al., 2002). Neste estudo, observa-se que os valores obtidos nos níveis 16% e 24% de substituição do subproduto do caju a partir de 2 horas após a alimentação encontram-se abaixo da faixa de variação normal (Figura 7), como também no nível de 0% e 8% nos tempos 5 e 8 respectivamente, e esse fato ocorreu provavelmente, devido à diminuição da atividade microbiana.

No presente estudo, esses resultados não refletem acidose ruminal, uma vez que se os animais apresentassem esse distúrbio metabólico, seria esperado que houvessem reduções no pH ruminal, com valores inferiores a 5,2.

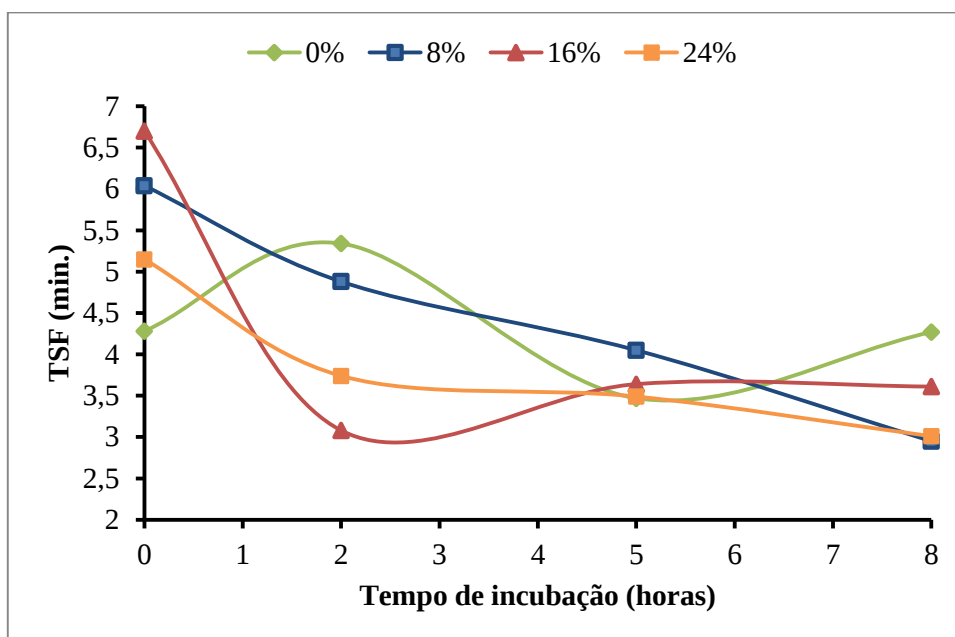


Figura 7 – Tempo de sedimentação e flotação (TSF) do líquido ruminal em função dos tempos de coletas.

As variáveis do ambiente ruminal eferente as características qualitativas de cor, odor e consistência do líquido ruminal de ovinos alimentados com bagaço do pseudofruto do caju desidratado (BPCD) em substituição a silagem de sorgo encontram-se na Tabela 7. Observa-se que a coloração do líquido ruminal apresentou duas tonalidades de cor, variando do amarelo acastanhado observado nas primeiras duas horas após o fornecimento da dieta, ao verde pardo, observado após cinco e oito horas da alimentação.

A coloração está relacionada com o tipo do alimento ingerido e de acordo com Radostits et al. (2002), quando a alimentação básica do animal é silagem de milho ou palha (alimento seco) a cor predominante é o amarelo acastanhado, assim como o encontrado no presente estudo no nível 0% de BPCD, o qual continha somente silagem de sorgo, ou seja, observou-se o mesmo padrão de cor da silagem de milho. Já para os tempos que continha o BPCD, a cor observada foi o verde pardo, estando dentro dos parâmetros normais citados por Dirksen (1993).

O odor encontrado no presente estudo em todos os níveis e tempos analisados foi 100% aromático, corroborando com Borges et al. (2002) estando dentro da normalidade. Segundo Bouda et al. (2000), o odor normal do líquido ruminal pode definir-se como “aromático, não repulsivo”. Entretanto, odores anormais perceptíveis são o ácido-picante na acidose ruminal ou o pútrido-amoniaco na putrefação do conteúdo ruminal.

Tabela 7 – Distribuição das ocorrências (%) dos parâmetros qualitativos do líquido ruminal de ovinos alimentados com bagaço do pseudofruto do caju desidratado em substituição a silagem de sorgo nos diferentes tempos de coleta do líquido ruminal

Tratamento/Hora		Variáveis		
		Cor ¹	Odor ²	Consistência ³
0%	0h	75/25	100/0	50/0/50
	2h	75/25	100/0	50/0/50
	5h	0/100	100/0	100/0/0
	8h	0/100	100/0	100/0/0
8%	0h	25/75	100/0	50/0/50
	2h	25/75	100/0	50/0/50
	5h	0/100	100/0	100/0/0
	8h	0/100	100/0	100/0/0
16%	0h	25/75	100/0	75/0/25
	2h	25/75	100/0	75/0/25
	5h	0/100	100/0	100/0/0
	8h	0/100	100/0	100/0/0
24%	0h	25/75	100/0	75/0/25
	2h	25/75	100/0	50/0/50
	5h	0/100	100/0	100/0/0
	8h	0/100	100/0	100/0/0

⁽¹⁾ Amarelo acastanhado/verde pardo, ⁽²⁾ Aromático/intenso; ⁽³⁾ Levemente viscoso/viscoso/líquido

Em relação a consistência (viscosidade) observou-se que o líquido ruminal se apresentou com pouca viscosidade antes da alimentação e com duas horas após a ingestão da dieta, isto pode ocorrer, segundo Feitosa (2008), devido à inatividade microbiana e ao jejum prolongado. Este fato, pode ser ainda explicado, pela maior ingestão de água devido as altas temperaturas presentes na região.

A consistência normal do líquido ruminal é ligeiramente viscosa, assim como o observado neste estudo a partir de duas horas após a alimentação. Os resultados encontram-se dentro dos padrões de normalidade, de acordo com relatos de Dirksen (1993).

Os testes descritos neste estudo, podem ser utilizados com facilidade na prática e através deles é possível obter informações da atividade ruminal. São provas que podem ser realizadas em curto espaço de tempo e pouco dispendiosas, possibilitando a confirmação ou não de distúrbios metabólicos, servindo de auxílio para um diagnóstico e tratamento rápido.

4.5 CONCLUSÃO

A substituição do bagaço do pseudofruto do caju desidratado na silagem de sorgo em até 24%, não compromete o ambiente ruminal, podendo ser utilizado na alimentação de ovinos.

REFERÊNCIAS

- BORGES, N.C.; SILVA, L.A.F.; FIORAVANTE, M.C.S.; CUNHA, P.H.J.; MORAES, R.R.; GUIMARÃES, P.L.; MARTINS, M.E.P. Avaliação de suco ruminal de bovinos “a fresco” e após 12 horas de conservação. **Ciência Animal Brasileira**, v.3, p.57-63, 2002.
- BOUDA, J.; QUIROZ-ROCHA, G.; GONZÁLEZ, F.H.D. Importância da coleta e análise do líquido ruminal e urina. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BORGES, J.B.; CECIM, M. (Eds.). **Uso de provas de campo e de laboratório clínico em doenças metabólicas e ruminais dos bovinos**. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.13-17, 2000.
- CHRISTENSEN, M.L.; CAMERON, M.R.; KLUSMEYER, T.H. Influence of amount and degradability of dietary protein on nitrogen utilization by cows. **Journal Dairy Science**, Champaing, v. 76, n. 3, p. 497-513, 1993.
- COSTA N.A. **Estudo clínico do suco de rúmen de bovinos normais em diferentes manejos de arraçãoamento com palma forrageira (Palma-gigante, *Opuntia ficus indica*) Mill.** 1992. 57p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 1992.
- DIAZ GONZÁLEZ, F.H.; BARCELLOS, J.O.J.; OSPINA PATIÑO, H.O.; RIBEIRO, L.A.O. **Perfil metabólico em ruminantes: Seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: UFRGS, 2000. 108p.
- DIRKSEN, G. Sistema digestivo. In: DIRKSEN G, GRUNDER H. D. & STÖBER M. (ed.) **Rosenberger Exame Clínico dos Bovinos**, 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. p. 166-228.
- DIRKSEN G. Sistema digestivo. In: DIRKSEN G., GRÜNDER H. & STÖBER M. (Ed), **Exame Clínico dos Bovinos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. p.166-228.
- FEITOSA L.F.F. **Semiologia Veterinária: a arte do diagnóstico**. 2ª ed. Roca, São Paulo. 2008. 735p.
- FERREIRA, A.C.H., NEIVA, J.N.M., RODRIGUEZ, N.M. et al. Características químicas e fermentativas do capim-elefante ensilado com níveis crescentes de subproduto da agroindústria do caju. **Ciência Animal Brasileira**. v.8, n.4, p.723-731, 2007.

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

FREGADOLLI, F.L.; ZEOULA, L.M.; BRANCO, A.F.; IVANOR NUNES DO PRADO, I.N.; NETO, S.F.C.; GUIMARÃES, K.C.; MARCOS PAULO KASSIES, M.P.; DALPONTE, A.O. Efeito das Fontes de Amido e Nitrogênio de Diferentes Degradabilidades Ruminais. 2. pH, Concentração de Amônia no Líquido Ruminal e Eficiência de Síntese Microbiana. **Revista Brasileira de zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 870-879. 2001.

FURLAN, R.L.; MACARI, M.; FARIA FILHO, D.E. **Anatomia e fisiologia do trato gastrintestinal**. IN: Nutrição de Ruminantes. Jaboticabal: Funep, 2006. 583p.

HOMEM JÚNIOR, A. C.; EZEQUIEL, J.M.B.; FÁVARO, V.R.; OLIVEIRA, P.S.N.; D'AUREA, A.P.; SANTOS, V.C.; GONÇALVES, J.S. Fermentação ruminal de ovinos alimentados com alto concentrado e grãos de girassol ou gordura protegida. **Arquivos Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.1, p.144-153. 2010.

LANA, R.P. **Nutrição e alimentação animal**. 1 ed. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 2005, 343p.

LIMA, G.F. da C.; AGUIAR, E.M.; VASCONCELOS, S.H.L. Produção e conservação de forragens para caprinos e ovinos. In: LIMA, G.F. da C.; HOLANDA JÚNIOR, E.V.; MACIEL, F.C.; BARROS, N.N.; AMORIM, M.V.; CONFESSOR JÚNIOR, A.A. **Criação familiar de caprinos e ovinos no Rio Grande do Norte**: orientações para viabilização do negócio rural. Natal: EMATERN/EMPARN/Embrapa Caprinos, p. 145-191. 2006.

MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECHNIA, 29. SBZ. **Anais...** Lavras, p.188-219, 1992.

MORRISOM, M.; MACKIE, R.J. Nitrogen metabolism by ruminal microorganism: current understanding and future perspective. **Australian Journal Agricultural Research**. v. 47, n. 2, p. 227-246, 1996.

MIRANDA NETO E.G.; AFONSO J.A.B.; MENDONÇA C.L. & ALMEIDA M.Z.P.R.B. Estudo clínico e características do suco ruminal de caprinos com acidose láctica induzida experimentalmente. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. V. 25, n. 2, p. 73-78, 2005.

MIZUBUTI, I.Y.; PINTO, A.P.; RAMOS, B.M.O.; PEREIRA, E.S. **Métodos laboratoriais de avaliação de alimentos para animais**. Londrina: EDUEL, 2009. 228 p.

NEIVA, J.N.; VASCONCELOS, V.R. Técnicas para produção intensiva de volumosos em regiões semiáridas. **Ciência Animal**, v. 10, p. 70-74, 2000.

OLIVEIRA, J.S.; ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M. Diversidade microbiana no ecossistema ruminal. **REDVET Revista eletrônica de Veterinária**, v.8, n.6, p.1-12, 2007.

RADOSTITS, O.M.; MAYHEW, I.G.J.; HOUSTON, D.M. **Exame clínico e diagnóstico em veterinária**. 1 ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. p. 332–338.

ROGÉRIO, M.C.P. **Valor nutritivo de subprodutos de frutas para ovinos**. Belo Horizonte, MG: UFMG - Escola de Veterinária, 2005. 318p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

ROGÉRIO, M. C. P.; BORGES, I.; RODRIGUEZ, N. M.; CAMPOS, W. E.; SILVA, V. L.; RIBEIRO, T. P.; NEIVA, J.N.M. Dinâmica da fermentação ruminal em ovinos alimentados com rações contendo diferentes níveis de coprodutos de caju (*Anacardium occidentale*). **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 2, p. 355-364, 2009.

ROSENBERGER, G. **Exame clínico de bovinos**. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. 420 p.

SATTER, L.D., SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British Journal of Nutrition**. v. 32 p. 199-208. 1974.

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

SNIFFEN, C.; CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II Carbohydrate and protein availability. **Animal Science Journal**, v.70, n.12, p. 3562-3577, 1992.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE, Inc. 1990. SAS user's guide: Statistics Version, 1990. SAS, Cary, N.C.

VAN SOEST, P. J. **Nutrition ecology of ruminants**. Ithaca. Cornell University Press, 1994. 476 p.

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 6., Ithaca. Proceedings. Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.

5 CAPÍTULO 2 - DEGRADABILIDADE RUMINAL DE OVINOS ALIMENTADOS COM BAGAÇO DO PSEUDOFRUTO DO CAJU DESIDRATADO EM SUBSTITUIÇÃO A SILAGEM DE SORGO

RESUMO – Objetivou-se avaliar a degradabilidade ruminal da matéria seca (MS) em ovinos alimentados com bagaço do pseudofruto de caju desidratado (BPCD) em substituição a silagem de sorgo. Foram utilizados quatro ovinos mestiços de Santa Inês x Morada Nova, fistulados no rúmen, com peso médio de $30 \pm 0,5$ kg. Os ensaios experimentais foram compostos por quatro níveis crescentes de inclusão do BPCD na silagem de sorgo, compostos por níveis de 0%, 8%, 16% e 24%, com base na matéria natural. Os períodos de incubação avaliados foram 3, 6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas, sendo os sacos colocados de maneira reversa, para serem retirados todos ao mesmo tempo, promovendo, dessa forma, a lavagem uniforme do material. O tempo zero foi obtido pela imersão dos sacos (dois sacos por tratamento) em água corrente até que esta saísse límpida. Foram avaliados a degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) da matéria seca. O delineamento experimental foi o quadrado latino 4x4, com quatro níveis e quatro períodos de coleta. A degradabilidade potencial da MS com a substituição de 24% do BPCD, apresentou valor próximo da silagem de sorgo com 0% de bagaço de caju desidratado. A DE da MS aumentou com o acréscimo do BPCD, atingindo valores superiores no nível de 24%, comparado aos demais níveis. A substituição do bagaço do pseudofruto do caju desidratado na silagem de sorgo resulta em uma silagem com degradabilidade potencial da matéria seca próxima à da silagem de sorgo pura, assim como a degradabilidade efetiva superior, podendo ser utilizado em dietas para ovinos.

Palavras-Chave: degradabilidade *in situ*, matéria seca, rúmen, subproduto.

5.2 INTRODUÇÃO

A estacionalidade na produção de forragens no Nordeste brasileiro tem se tornado uma preocupação para o pecuarista, uma vez que tem influenciado diretamente na produção animal, principalmente de ruminantes, tendo em vista a indisponibilidade de alimentos para o rebanho. Sendo assim, a produção de alimentos se torna um desafio, pois sua oferta muitas vezes não atende as necessidades dos animais, tanto do ponto de vista qualitativo como quantitativo. Além do mais, com a falta de volumosos, tende a aumentar a necessidade de suplementação concentrada encarecendo o custo de produção animal.

O armazenamento de forragens pode minimizar esses efeitos da falta de alimentos no período seco, além da utilização de subprodutos disponíveis da agroindústria que têm se mostrado boa alternativa para a alimentação animal. Assim, a silagem de sorgo constitui um bom alimento para ser fornecido aos ruminantes, apresentando valor nutricional bem próximo ao do milho, mas com a produtividade de matéria seca por hectare superior. Além disso, é uma planta fisiologicamente bem adaptada às condições brasileiras, sendo uma boa opção para o cultivo (MAURÍCIO et al., 2003).

O pedúnculo de caju (*Anacardium occidentale* L.) desidratado representa uma alternativa de suplementação para animais em pastejo ou em confinamento, tendo como vantagem seu baixo custo de aquisição. Associado ao seu aproveitamento, diminui o impacto causado pelo seu acúmulo no ambiente.

No entanto, segundo Rogério et al. (2009), altas concentrações de lignina e de tanino estão presentes no subproduto do caju, o que pode reduzir o aporte protéico e energético, necessários tanto à adequada fermentação ruminal quanto ao atendimento dos requisitos nutricionais dos ruminantes. Desse modo, a busca pela utilização mais adequada desse alimento é de extrema importância para formulação de dietas para ruminantes, uma vez que a disponibilidade de nutrientes depende da degradação pelos microrganismos do rúmen.

Durante a evolução, os animais ruminantes desenvolveram características anatômicas e simbióticas, que lhes permitiram utilizar eficientemente carboidratos estruturais como fonte de energia e compostos nitrogenados não proteicos como fonte de proteína (VALADARES FILHO; PINA, 2006). Dessa forma, é importante o conhecimento sobre o processo digestivo de proteínas e carboidratos nos ruminantes, para o entendimento e avaliação das necessidades nutricionais dos animais.

Balsalobre et al. (2003), citam que a sincronização entre a degradação ruminal de carboidratos e de proteínas é necessária para se determinar as taxas de degradação da matéria seca e das diferentes frações que compõem os carboidratos e proteínas. Contudo, para que esses ingredientes alternativos possam ser usados com maior embasamento técnico e nutricional, e garantam verdadeira alternativa econômica às oscilações de preço dos ingredientes usualmente utilizados, faz-se necessário maior conhecimento do potencial de utilização dos nutrientes (ZERVOUDAKIS et al., 2006).

Para isto, a técnica da degradabilidade *in situ* vem sendo utilizada pela simplicidade e rapidez na execução, além da alta correlação com resultados obtidos em experimentos *in vivo*, visando a obtenção de dados mais precisos para uma eficiente formulação de ração, conforme o tipo de produção desejada. No Brasil, estudos são realizados com a utilização dessa técnica para avaliar forragens, resíduos agrícolas e produtos industriais (GOES et al., 2004).

A técnica *in situ* se fundamenta na incubação de sacos de náilon intraruminal contendo o alimento, apresentando como vantagem o fato do processo da degradação ocorrer em condições reais do rúmen (BERCHIELLI et al., 2005), além de ser considerada de baixo custo comparada a estudos *in vivo*, pois, o número de animais utilizados para o estudo é menor, e consequentemente, menor quantidade de alimento será utilizado.

No entanto, algumas limitações quanto à sua utilização, como fatores que podem influenciar nos resultados, devem ser observados no momento da adoção da metodologia para que os erros possam ser minimizados. Dentre eles, o tipo de saco utilizado (tipo de material, tamanhos de poros e área superficial em relação ao peso da amostra); processamento das amostras (tamanho de partícula e secagem da amostra incubada); procedimento de incubação (horário de incubação, posicionamento no rúmen, estratégia de colocação e remoção e lavagem das bolsas após a incubação); efeito da dieta fornecida ao animal experimental; efeito individual do animal; e contaminação microbiana do resíduo de incubação.

Desse modo, objetivou-se com o presente estudo avaliar a cinética de degradação da matéria seca do bagaço do pseudofruto do caju desidratado em substituição na silagem de sorgo.

5.3 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no NUPPA/NUTRISA/IFRN, Módulo Experimental de Pequenos Ruminantes, pertencentes ao Núcleo de Estudos em Avaliação de Plantas Forrageiras e Nutrição de Pequenos Ruminantes no Semiárido do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, localizado no município de Apodi – RN.

Para o estudo da degradabilidade *in situ* foram utilizados quatro ovinos machos mestiços (Santa Inês x Morada Nova), fistulados no rúmen, vermifugados, não castrados, com peso médio de $30 \pm 0,5$ kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizados, mantidos confinados durante todo o período experimental em baias individuais, devidamente cobertas e providas de comedouro, bebedouro e saleiro destinado à suplementação mineral

Os ensaios experimentais foram compostos por quatro níveis crescentes de substituição do BPCD na silagem do sorgo, constituído pelos níveis de 0%, 8%, 16% e 24%, com base na matéria natural. O período experimental para os ensaios teve duração de 60 dias, sendo compostos por quatro períodos de 15 dias, dos quais 11 dias foram de adaptação dos animais à alimentação e 4 dias para a incubação dos sacos contendo a dieta para o estudo da degradabilidade *in situ*.

Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, em quantidade que permitisse sobra em torno de 10% do total oferecido. Foi fornecido suplemento mineral e água à vontade.

O sorgo utilizado para confecção das silagens experimentais foi da variedade BRS Ponta Negra e cultivado seguindo as orientações de Lima et al. (2006). Foi colhido, a partir do momento em que a forragem atingiu teores de matéria seca entre 30 e 35%, considerados por Neiva e Vasconcelos (2000) adequados para o início do processo de ensilagem, que ocorre por volta dos 90 dias de cultivo.

O bagaço do pseudofruto do caju (BPC) foi adquirido *in natura* junto à agroindústria de sucos (EBBA) - Empresa Brasileira de Bebidas e Alimentos S/A, localizada em Aracati/CE e da agroindústria Sucos do Brasil S/A, localizada no município de Pacajus/CE, o qual foi desidratado em secador solar nas dependências do IFRN – Campus Apodi, com o objetivo de conservar o bagaço do pseudofruto do caju desidratado (BPCD) para utilizá-lo no momento da ensilagem (exceto para o tratamento sem o resíduo).

Para a confecção das silagens foi utilizado o sorgo cortado aos noventa dias de crescimento, processado em máquina picadora e misturado ao pseudofruto do caju desidratado, homogeneizando e compactando, procurando manter uma densidade próxima a 500 kg/m³.

Foram coletadas amostras homogêneas de aproximadamente 300g dos silos referentes a cada nível de substituição do BPCD no momento da abertura para a realização posterior das análises. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos vedados, identificados e conduzidas imediatamente ao Laboratório de Nutrição Animal do IFRN, onde foi realizada a pré-secagem do material e armazenadas para as análises, que foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do IFRN e da UFERSA.

As amostras foram secas em estufa de ventilação forçada de ar a 55°C por 72 horas, e em seguida uma parte das mostras foram moídas em peneiras com crivo de 1 mm para as análises de composição química dos alimentos, apresentada na Tabela 1, e outra parte das amostras em peneira com crivo de 5 mm para posterior estudo da degradabilidade *in situ*.

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica das dietas contendo bagaço do pseudofruto do caju desidratado em substituição a silagem de sorgo

Nutrientes	Níveis de substituição do BPCD			
	0%	8%	16%	24%
Matéria seca	33,3	36,9	38,8	41,1
Proteína bruta	8,1	9,1	10,2	11,1
Matéria Orgânica	90,8	91,8	92,3	92,6
Matéria mineral	9,2	8,2	7,7	7,4
Fibra em detergente neutro	64,0	64,2	62,1	65,8
Fibra em detergente ácido	39,1	41,1	47,6	47,0
Estrato etéreo	1,8	2,8	2,0	3,2
Carboidratos Totais	80,9	79,9	80,1	78,3
Carboidratos não-fibrosos	16,9	15,7	18,0	12,5
Lignina	2,8	6,3	9,8	8,9

Foi determinada a matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e extrato etéreo (EE) segundo as recomendações de Silva e Queiroz (2002); carboidratos totais (CHOT), conforme a equação proposta por Sniffen et al. (1992), onde $CT\% = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas)$; e os carboidratos não fibrosos (CNF) calculados de acordo com Weiss (1999), sendo $CNF\% = 100 - (\%FDN + \%PB + \%EE + \%cinzas)$. A fração da lignina foi obtida a partir

do resíduo da análise do FDA, pelo uso do método Klason, descrito por MIZUBUTI et al. (2009).

Para a degradabilidade *in situ* dos nutrientes nos diferentes níveis de substituição do BPCD na silagem de sorgo, foram colocados 7,5 g da amostra moída em cada saco de tecido poliéster mono 90 de 7 x 12 cm com tamanho dos poros de 50 micra (dois sacos para cada tempo de incubação por animal) (Figura 1). Na incubação os sacos foram colocados em redes de náilon, presos em um mosquetão e suspensos por um fio de náilon na cânula.



Figura 1 – Sacos de poliéster

Os períodos de incubação avaliados foram de 3, 6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas, sendo os sacos colocados de maneira reversa, para serem retirados todos ao mesmo tempo, promovendo, dessa forma, a lavagem uniforme do material (Figura 2). O tempo zero foi obtido pela imersão dos sacos (dois sacos por nível de substituição) em água corrente até que esta saísse límpida.

Após a remoção dos sacos, estes foram colocados em água com gelo durante cinco minutos visando interromper a atividade microbiana e, em seguida, foram lavados em água corrente até que ficasse translúcida (Figura 3). Após a lavagem, os sacos foram secos em estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas, em seguida pesados e os resíduos pós-incubação ruminal moídos em peneira de 1 mm para análise química de matéria seca (MS), segundo método descrito por Silva e Queiroz (2002).



Figura 2 – Incubação dos sacos no rúmen



Figura 3 – Imersão dos sacos em água com gelo (A), Lavagem dos sacos pós-incubação (B)

Os dados do desaparecimento da matéria seca (MS) foram calculados baseando-se na diferença entre o peso incubado e os resíduos após a incubação, e expressos em porcentagem. Para o cálculo do desaparecimento da matéria seca foi utilizada a seguinte fórmula:

$$PSA - PSV = PA$$

$$PSI - PSV = PAI$$

$$\%DMS = \frac{PA - PAI}{PA} \times 100$$

Onde:

PSA = peso saco com amostra

PSV = peso saco vazio

PA = peso amostra

PSI = peso saco incubado

PAI = peso da amostra pós-incubação

A degradabilidade foi calculada através da equação exponencial descrita por Orskov e Mcdonald (1979):

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

Onde:

DP = degradabilidade ruminal potencial dos alimentos

a = fração solúvel em água

b = fração potencialmente degradável da fração insolúvel

c = taxa de degradação da fração b

t = tempo de incubação em horas.

A degradabilidade efetiva da matéria seca (DEMS) no rúmen foi calculada usando a equação descrita por Orskov e Mcdonald (1979):

$$DEMS = a + [(b \cdot c) / (c + k)]$$

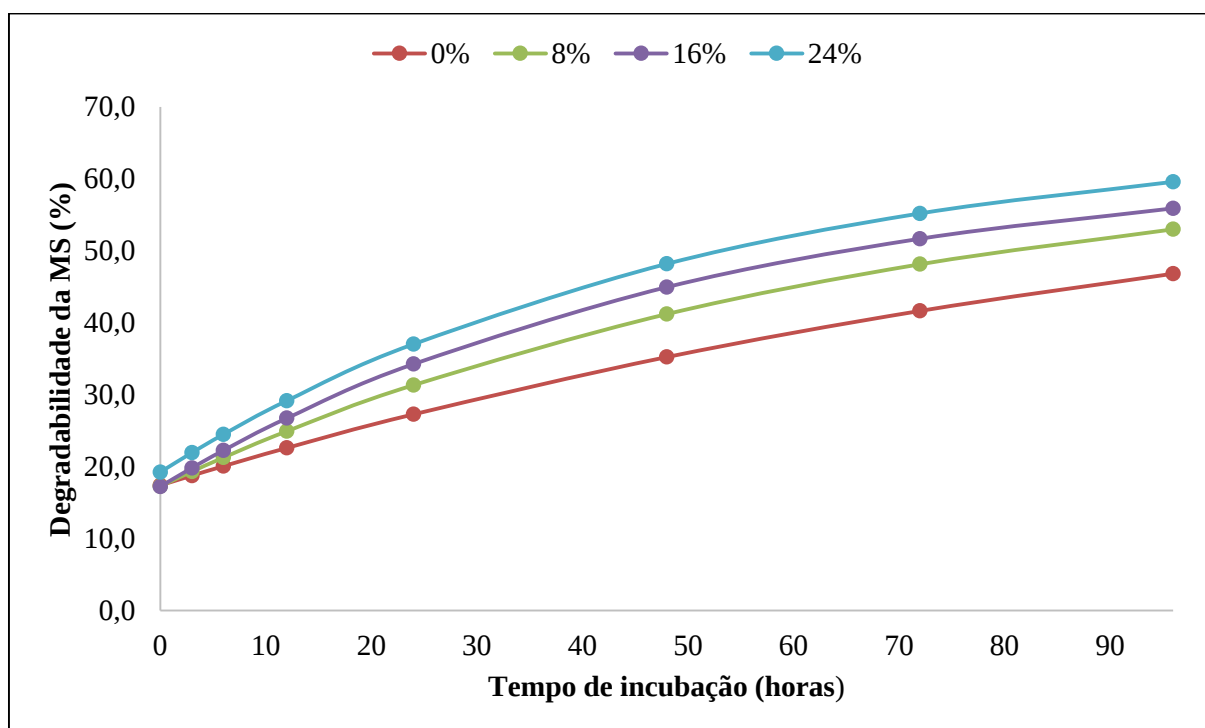
Onde: a, b e c são as mesmas constantes da equação anterior “DP” e k representa a taxa fracional de passagem das partículas no rúmen. A DEMS foi estimada para cada nível de substituição do BPCD, levando-se em conta as taxas de passagem de sólidos no rúmen de: 2%, 5% e 8%/h, as quais podem ser atribuídas a níveis crescentes de ingestão alimentar baixo, médio e alto.

O delineamento experimental para se determinar o ambiente ruminal foi o quadrado latino 4x4, com quatro níveis de substituição do bagaço do pseudofruto do caju desidratado na

silagem de sorgo e quatro períodos de coleta arranjados em parcela subdividida com nível alimentar na parcela e tempo na subparcela. Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste de regressão por meio de análises de dados do software SAS (Statistical Analysis System, 1990).

5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 4 está representado o comportamento do desaparecimento da matéria (MS) das dietas testadas em função dos tempos de incubação. Observa-se que houve aumento no desaparecimento da MS com o decorrer dos tempos de incubação e para todos os níveis de substituição do bagaço de caju desidratado, atingindo no tempo de 96 horas valores de 59,61% para o nível de 24% de substituição do BPCD.



$$\text{Deg0\%} = 17,41 + 50,96 (1 - e^{-0,009*t}); \text{Deg16\%} = 17,25 + 45,83 (1 - e^{-0,019*t})$$

$$\text{Deg8\%} = 17,28 + 47,17 (1 - e^{-0,015*t}); \text{Deg24\%} = 19,25 + 47,77 (1 - e^{-0,019*t})$$

Figura 4 - Degradabilidade da MS do bagaço do pseudofruto de caju desidratado em substituição a silagem de sorgo

Ao comparar a degradabilidade da matéria seca (MS) das dietas em função dos períodos de incubação, verificou-se predominância da silagem com o nível 24% BPCD em

todos os tempos. O maior desaparecimento ruminal da MS encontrado para o nível de 24% BPCD no tempo zero, ocorreu provavelmente, em função da maior presença de compostos solúveis em relação às demais dietas.

As variáveis referentes aos parâmetros de degradação ruminal da matéria seca encontram-se na Tabela 2, observando-se resultados semelhante para a fração a, considerada a fração solúvel, pela qual está prontamente disponível para os microrganismos ruminais. Este parâmetro apresentou valor mais elevado o nível de substituição de 24% do bagaço de caju desidratado.

Esses resultados foram inferiores aos encontrado por Rêgo et al. (2009) que encontraram valores mais elevados para fração solúvel na matéria seca de 27,56% em silagem de capim elefante com inclusão de 16% do pedúnculo do caju desidratado.

Tabela 2 - Parâmetros de degradabilidade ruminal da matéria seca (MS) do bagaço do pseudofruto do caju desidratado (BPCD) em substituição a silagem de sorgo

Variáveis	Níveis de substituição do BPCD			
	0%	8%	16%	24%
a	17,41	17,28	17,25	19,25
b	50,96	47,17	45,83	47,77
c	0,009	0,014	0,019	0,019
R ²	99,6	98,6	99,1	99,7

¹a = fração solúvel em água; b = fração potencialmente degradável da fração insolúvel; c = taxa de degradação da fração b; R² = coeficiente de determinação

Quanto a fração potencialmente degradável (b) da matéria seca, os valores encontrados ficaram entre 45,83% e 50,96%, próximos aos encontrado por Rêgo et al. (2009) que trabalharam com silagem de capim elefante com inclusão do pedúnculo do caju desidratado, obtendo frações potencialmente degradável entre 44,64% e 50,42%.

Observando os resultados, as silagens com o nível de substituição de 0% BPCD e 24% BPCD apresentaram maiores valores para a fração b, o que pode-se inferir que a silagem com substituição de 24% do subproduto de caju desidratado apesar de apresentar maior conteúdo de FDN e dos mais elevados teores de FDA assim como o nível de 16% (Tabela 1), a porção fibrosa não inibiu sua utilização pelos microrganismos do rúmen, apresentando a degradação potencial superior, juntamente com a silagem de sorgo.

As taxas de degradação (c) da fração b apresentou maiores valores para as silagens com 16% e 24% de BPCD. Já a silagem de sorgo sem o BPCD apresentou menor taxa de degradação, indicando que esse material necessita de mais tempo dentro do rúmen para que o seu potencial máximo de degradação seja atingido.

O maior valor da fração “c” implica em menor tempo para o desaparecimento da fração potencialmente degradável, sendo que forragens de boa qualidade, segundo Sampaio (1988), devem apresentar taxas de degradação superiores a 2%/h. No presente estudo, observa-se valores muito baixos, com as silagens contendo 16% e 24% do BPCD apresentando taxas de degradação de 1,9%, próximo de 2%, mas não superior como sugeriu o autor.

Os valores de degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) do BPCD em substituição a silagem de sorgo estão apresentados na Tabela 3. A DE foi estimada considerando as taxas de passagem de 2, 5 e 8% por hora.

A DP foi superior no nível de 0% BPCD, no entanto sua degradabilidade efetiva foi menor para todas as taxas de passagem, fato esse, consequente da menor taxa de degradação (0,009), sugerindo maior tempo para que o material seja degradado. Observa-se que o valor da DP da silagem com nível de 24% do BPCD, foi próximo ao da silagem com 0% BPCD. A degradabilidade potencial é a somatória da solubilidade inicial com a fração potencialmente degradável no rúmen.

Tabela 3 - Degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) da matéria seca (MS) bagaço do pseudofruto do caju desidratado (BPCD) em substituição a silagem de sorgo

Variáveis	Níveis de substituição do BPCD			
	0%	8%	16%	24%
DP	68,37	64,45	63,08	67,02
DE (2%/h)	33,23	37,34	39,82	42,77
DE (5%/h)	25,18	28,05	30,06	32,60
DE (8%/h)	22,56	24,64	26,19	28,57

Com relação a degradabilidade efetiva (DE), observa-se decréscimo à medida que aumentou a taxa de passagem (k) para todos os níveis do BPCD avaliados. No entanto, observa-se que a degradabilidade efetiva aumentou com o acréscimo do BPCD, atingindo valores mais elevados no nível de 24% do BPCD.

Rêgo et al. (2009) estudando a silagem de capim elefante com adição de 12% do pedúnculo de caju desidratado, encontraram valores para degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) de 77,60% e 51,19% respectivamente, mais elevados que os encontrados no presente estudo. No entanto, nesse estudo foi utilizado o bagaço do pseudofruto do caju desidratado, e atribuindo diferenças nutricionais entre esses dois subprodutos, o pedúnculo de caju deve apresentar valor nutritivo superior ao bagaço de caju, tendo esse passado pelo processo de extração do suco.

5.5 CONCLUSÃO

O bagaço do pseudofruto do caju desidratado substituindo a silagem de sorgo apresentou degradabilidade potencial da matéria seca próxima à da silagem de sorgo pura e degradabilidade efetiva superior, podendo ser utilizado em até 24% em dietas para ovinos.

REFERÊNCIAS

- BALSALOBRE, M.A.A.; CORSI, M.; SANTOS, P.M.; PENATI, M.A.; DEMETRIO, C.G.B. Cinética da degradação ruminal do capim Tanzânia irrigado sob três níveis de resíduo pós-pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1747-1762, 2003.
- GOES, R. H. T. B.; MANCIO, A. B.; VALADARES FILHO, S. C.; LANA, R. P. Degradação ruminal da matéria seca e proteína bruta, de alimentos concentrados utilizados como suplementos para novilhos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 1, p. 167-173, 2004.
- LIMA, G.F.C.; AGUIAR, E.M.; VASCONCELOS, S.H.L. **Produção e conservação de forragens para caprinos e ovinos. In:** LIMA, G.F.C.; HOLANDA JÚNIOR, E.V.; MACIEL, F.C.; BARROS, N.N.; AMORIM, M.V.; CONFESSOR JÚNIOR, A.A. **Criação familiar de caprinos e ovinos no Rio Grande do Norte:** orientações para viabilização do negócio rural. Natal: EMATERN/EMPARN/Embrapa Caprinos, p. 145-191. 2006.
- MAURÍCIO, R.M., PEREIRA, L.G.R., GONÇALVES, L.C., RODRIGUEZ, N.M., MARTINS, R.G.R., JOSÉ AVELINO SANTOS RODRIGUES, J. A.S. Potencial da Técnica *in Vitro* Semi-Automática de Produção de Gases para Avaliação de Silagens de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.1013-1020, 2003.
- MIZUBUTI, I.Y.; PINTO, A.P.; RAMOS, B.M.O.; PEREIRA, E.S. **Métodos laboratoriais de avaliação de alimentos para animais.** Londrina: EDUEL, 2009. 228 p.

NEIVA, J.N.M.; VASCONCELOS, V.R. Técnicas para produção intensiva de volumosos em regiões semiáridas. **Ciência Animal**, v. 10, p. 70-74, 2000.

ORSKOV, 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. 1, p. 499-508, 1979.

ROGÉRIO, M.C.P., BORGES, I., RODRIGUEZ, N.M., CAMPOS, W.E., SILVA, V.L., RIBEIRO, T.P., NEIVA, J.N.M. Dinâmica da fermentação ruminal em ovinos alimentados com rações contendo diferentes níveis de coprodutos de caju (*Anacardium occidentale*). **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 2, p. 355-364, abr./jun. 2009.

RÊGO, A.C.; TELES, M.M.; NEIVA, J.N.M.; CÂNDIDO, M.J.D.; FEITOSA, J.V.; GOMES, F.H.T. Degradação da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro de silagens de capim-elefante contendo pedúnculo de caju desidratado. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 3, p. 735-744, 2009.

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

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

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE, Inc. 1990. SAS user's guide: Statistics Version, 1990. SAS, Cary, N.C.

VALADARES FILHO, S.C.; PINA, S. Fermentação Ruminal. IN: BERCHIELLE, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. 583p.

ZERVOUDAKIS, J.T.; CABRAL, L.S.; MARTINS-COSTA, R.H.A.; MARTINS, R.M. Degradabilidade in situ da matéria seca e proteína bruta de ingredientes alternativos usados na alimentação de ruminantes. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43. SBZ. **Anais...** João Pessoa-PB, 2006.