



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

MONOGRAFIA

Parâmetros ruminais de ovinos e caprinos alimentados com silagem da mucilagem do desfibramento de sisal.

Lucas Ramos de Miranda

Recife-PE
Maio, 2022



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

MONOGRAFIA

Parâmetros ruminais de ovinos e caprinos alimentados com silagem da mucilagem do
desfibramento de sisal.

Lucas Ramos de Miranda

Orientadora: Prof.^a Dra. Adriana Guim

Coorientadora: Prof.^a Dra. Luciana Felizardo Pereira Soares

Recife-PE
Maio, 2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M672p Miranda, Lucas Ramos
Parâmetros ruminais de ovinos e caprinos alimentados com silagem da mucilagem do desfibramento de sisal. / Lucas Ramos Miranda. - 2022.
39 f. : il.

Orientadora: Adriana Guim.
Coorientadora: Luciana Felizardo Pereira .
Inclui referências e apêndice(s).

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Zootecnia, Recife, 2022.

1. Volumoso. 2. Alimento alternativo. 3. Resíduo agroindustrial. 4. Ruminante. I. Guim, Adriana, orient. II. , Luciana Felizardo Pereira, coorient. III. Título



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

LUCAS RAMOS DE MIRANDA

Monografia submetida ao Curso de Zootecnia como requisito final para obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia.

Aprovado em 31/05/2022

EXAMINADORES

Prof^ª. Dra. Adriana Guim / DZ-UFRPE

Prof . Dr. João Paulo Ismério dos Santos Monnerat / DZ-UFRPE

Prof^ª. Dra. Michelle Christina Bernardo de Siqueira / DMV-UNINASSAU

Dedico,

A minha mãe, Edileide Pires Ramos Miranda, a meu pai Marcos Soares de Miranda e a minha esposa Thayná Milano A. A. Miranda por sempre me apoiarem e estarem ao meu lado nos momentos difíceis e felizes. Agradeço com toda a minha força por ter vocês comigo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao arquiteto do universo, seja Ele todas as forças que regem a vida ou um ser superior senciente onipotente ou algo acima da nossa compreensão humana, eu agradeço pela oportunidade de respirar, sentir e conseguir completar mais esse ciclo.

A minha família nuclear, minha mãe Edileide Pires Ramos Miranda e meu pai Marcos Soares de Miranda, por me moldarem como o homem que sou hoje, trilhando um caminho correto com base na verdade e na justiça e mostrando o quanto o estudo é o poder para realizar todos os sonhos, devo tudo o que sou atualmente a vocês.

A minha família extensa, minha avó e minhas tias que sempre estiveram envolvidas na minha criação e todos os primos que tenho como irmãos, agradeço por cada frase, carinho e suporte que me deram, cada oração me serviu de força para passar pelos obstáculos que surgiram no caminho.

A minha Ruralinda, Universidade Federal Rural de Pernambuco, ao departamento de Zootecnia e todos os professores que repartiram seus intelectos comigo e moldaram o entendimento sobre a ciência animal que faz parte de mim atualmente.

A FACEPE, Fundação de Amparo a Ciência de Pernambuco, pelo consentimento de bolsa para iniciação científica por boa parte da graduação.

A minha orientadora, Adriana Guim, por tantos ensinamentos diretos e indiretos dos quais carregarei para minha vida profissional, por toda a dedicação, compreensão e principalmente paciência.

A minha esposa Thayná Milano A. A. Miranda por sempre estar ao meu lado, por ser a maior apoiadora de tudo o que faço e por ser a razão de eu tentar me tornar uma pessoa melhor todos os dias.

Aos Zoolindos, uma família de amigos completamente excêntrica que me acolheu durante a graduação, vocês me ajudaram com a falta que sentia da minha família e não tenho como agradecer quanto a isso. A Camila Mendes, Joelline Oliveira, Rafael Cavalcante (Bichão), Edneide Mayara, Juliette Gonçalves, Charles Demetrius, Thaynná Amaral, Luiz Henrique, Larissa Gomes, a vocês deixo o meu muito obrigado por tudo.

Aos demais amigos que não citei, mas que também me possibilitaram experiências e aprendizados enriquecedores, agradeço imensuravelmente.

A todos, deixo o meu muito obrigado mais sincero.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	4
LISTA DE TABELAS.....	5
RESUMO	6
ABSTRACT	7
1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS	10
2.1 Objetivo geral	10
2.2 Objetivos específicos	10
3. REVISÃO DE LITERATURA	11
3.1 Criação de ruminantes no semiárido nordestino	11
3.2 Agave sisalana Perrine - Sisal	12
3.2.1 Mucilagem do desfibramento do sisal (MUDS)	13
3.2.2 Uso de aditivos na ensilagem de MUDS.....	13
3.3 Parâmetros Ruminais – Ovinos e Caprinos	15
3.3.1 Potencial Hidrogeniônico (pH).....	16
3.3.2 Nitrogênio Amoniacal (N-NH ₃)	17
3.3.3 Atividade redutiva bacteriana	17
3.3.4 Teste de sedimentação	18
4. MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1 Confecção dos Silos Experimentais.....	19
4.1.1 Animais e manejo experimental.....	19
4.1.2 Parâmetros ruminais	22
4.1.3 Análises estatísticas.....	24
5. RESULTADOS FINAIS E DISCUSSÃO	26
6. CONCLUSÃO	30
7. REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA	31
8. APÊNDICE.....	36

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Processamento do sisal na propriedade sisaleira em Barra de Santa Rosa. a) Desfibramento do sisal; b) Peneira rotativa desenvolvida pela Embrapa para obtenção da MUDS.....19
- Figura 2.** Preparação dos tratamentos: a) inclusão do aditivo devidamente pesados à MUDS; b) mistura dos aditivos com a MUDS.....19
- Figura 3.** Animais dotados de fístula permanente no rúmen: a) ovino; b) caprino durante o período experimental.....20
- Figura 4.** a) Coleta do líquido ruminal; b) Filtragem do líquido ruminal.....23
- Figura 5.** Animais dotados de fístula permanente no rúmen: a) ovino; b) caprino durante o período experimental.....24
- Figura 6.** Tempo de sedimentação dos diferentes tratamentos ao longo dos tempo de coleta.....28
- Figura 7.** Prova de redução do azul de metileno (PRAM), dada em minutos, ao longo dos tempos de coleta.....29
- Figura 8.** Documento emitido pela Comissão de Ética no Uso animal.....36

Todas as figuras presentes neste documento são de acervo pessoal

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição química da mucilagem do desfibramento do sisal (MUDS).....	13
Tabela 2. Composição químico-bromatológica dos ingredientes e das misturas antes da ensilagem.....	20
Tabela 3. Composição química dos ingredientes nas dietas experimentais.....	21
Tabela 4. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais.....	22
Tabela 5. Parâmetros ruminais, em diferentes tempos de coleta, de ovinos e de caprinos submetidos às dietas experimentais.....	27

RESUMO

Com o seguinte trabalho objetivou-se avaliar os parâmetros ruminais de ovinos e caprinos submetidos a dietas com base de mucilagem do desfibramento do sisal (MUDS) ensilada com e sem aditivos, registrando-se os valores de pH, quantificando as concentrações de nitrogênio amoniacal no rúmen de animais, além da realização de provas para análise do líquido ruminal mensurando a atividade redutiva da flora ruminal (prova de redução de azul de metileno, PRAM) e o tempo de sedimentação em diferentes tempos (0, 2, 4, 6, 8 10 horas) após a alimentação da manhã. As dietas experimentais foram: a) Controle (60% de feno de Tifton 85 (*Cynodon dactylon*, L.) e 40% de concentrado); b) Silagem de MUDS (SilMUDS) sem aditivo (45% de SilMUDS , 15% de feno de Tifton 85 e 40% de concentrado); c) Silagem de MUDS aditivada com milho moído (SilMUDS-MI) -45% de SilMUDS-MI , 15% de feno de tifton 85 e 40% de concentrado; e d) Silagem de MUDS aditivada com farelo de trigo (SilMUDS-TRI)–45% de SilMUDS-TRI, 15% de feno de Tifton 85 e 40% de concentrado. As proporções de aditivo nas silagens foram 75% da MUDS e 25% do aditivo. Foram utilizados quatro ovinos e quatro caprinos machos, castrados e canulados no rúmen, com pesos corporais (PC) médios iniciais de $71,05 \pm 7,53\text{kg}$ e $57,41 \pm 9,71\text{kg}$, respectivamente, distribuídos em um delineamento em quadrado latino. Os parâmetros ruminais foram influenciados com a utilização das silagens; o pH e o nitrogênio amoniacal apresentaram maior variação ($P < 0,05$) para o efeito dos tratamentos e o tempo de coleta após a primeira alimentação, resultando em teores ideais segundo a literatura para N-NH_3 presente no rúmen. Baixos teores de pH foram obtidos em todos os tratamentos e horas de coleta, evidenciando o tratamento da SilMUDS-MI do qual resultou no menor teor (5,97); O teste de sedimentação mostrou efeito significativo ($P < 0,05$) para as horas de coleta, com o seu tempo de sedimentação reduzindo com o passar das horas de análise; as análises de PRAM (Prova Redutora do Azul de Métileno) mostrou alto efeito redutivo ($P < 0,05$) observando os tempos de coleta, em decorrência do alto nível de degradação de carboidratos presentes no rúmen e o quão ácido estava o líquido ruminal. A SilMUDS aditivada ou não proporciona bons teores de nitrogênio amoniacal considerando parâmetros ruminais normais. SilMUDS, aditivadas ou não, representando 75% do volumoso da dieta, não comprometem o pH e a concentração de N-NH_3 do rúmen. No entanto SilMUDS aditivadas com milho moído ou farelo de trigo proporcionam maior atividade microbiana ruminal.

Palavras-chaves: Volumoso; Alimento alternativo; Resíduo agroindustrial; Ruminante.

ABSTRACT

The following study aimed to evaluate the rumen parameters of sheep and goats submitted to diets based on sisal shredded mucilage (MUDS) ensiled with and without additives, recording the pH values, quantifying the concentrations of ammoniacal nitrogen in the rumen of animals, in addition to tests to analyze the rumen fluid, measuring the reductive activity of the rumen flora (methylene blue reduction test, PRAM) and the sedimentation time at different times (0, 2, 4, 6, 8 10 hours) after the morning feeding. The experimental diets were: a) Control (60% Tifton 85 hay (*Cynodon dactylon*, L.) and 40% concentrate); b) MUDS silage (SilMUDS) without additive (45% SilMUDS, 15% Tifton 85 hay and 40% concentrate); c) MUDS silage added with ground corn (SilMUDS-MI) - 45% SilMUDS-MI, 15% Tifton 85 hay and 40% concentrate; and d) MUDS silage with wheat bran (SilMUDS-TRI) – 45% SilMUDS-TRI, 15% Tifton 85 hay and 40% concentrate. The proportions of additive in the silages were 75% of the MUDS and 25% of the additive. Four sheep and four male goats, castrated and cannulated in the rumen, with initial mean body weights (BW) of $71.05 \pm 7.53\text{kg}$ and $57.41 \pm 9.71\text{kg}$, respectively, distributed in a Latin square design were used. Ruminant parameters were influenced with the use of silages; pH and ammonia nitrogen showed greater variation ($P < 0.05$) for the effect of treatments and collection time after the first feeding, resulting in ideal levels according to the literature for N-NH₃ present in the rumen. Low levels of pH were obtained in all treatments and collection hours, evidencing the treatment of SilMUDS-MI which resulted in the lowest level (5.97); The sedimentation test showed a significant effect ($P < 0.05$) for the hours of collection, with its sedimentation time decreasing as the hours of analysis passed; the analysis of PRAM (Methylene Blue Reducing Test) showed a high reductive effect ($P < 0.05$) observing the collection times, due to the high level of carbohydrate degradation present in the rumen and how acidic the rumen fluid was. The SilMUDS with additives or not provides good levels of ammonium nitrogen considering normal ruminal parameters. SilMUDS, with or without additives, representing 75% of the forage in the diet, do not compromise the pH and N-NH₃ concentration of the rumen. However, SilMUDS added with ground corn or wheat bran provide greater ruminal microbial activity.

Key Words: Roughage; Alternative food; Agro-industrial waste; Ruminant.

1. INTRODUÇÃO

A produção animal é umas das atividades socioeconômicas mais importantes para a população do semiárido brasileiro (VOLTOLINI et al., 2010), com destaque a criação de ruminantes (caprinos, ovinos e bovinos). O nível produtivo animal está intimamente relacionado à qualidade e disponibilidade de forragem, sendo esta uma das causas limitantes na obtenção de alimento para os plantéis nestas localidades, devido a fatores sazonais e irregularidade pluviométrica nos períodos de maior escassez forrageira do ano.

As etapas produtivas nas cadeias da ovinocaprinocultura apresentam elevado grau de inconsistência, que promovem a redução da remuneração ao exercer a prática (KÜSTER et al., 2006), tendo como consequência o aumento do custo geral de produção e redução da rentabilidade advinda da atividade produtiva.

A utilização de resíduos agroindustriais é uma medida barata e eficaz para alimentação animal nas épocas mais críticas do ano, além de auxiliar na diminuição do impacto ambiental (PELIZER et al., 2007). Sendo assim, o aproveitamento de resíduos na alimentação dos animais domésticos pode ser uma opção de redução de custos na produção animal.

Para um resíduo ser utilizado como volumoso substituto ele deve atender as características técnicas e econômicas que o viabilizem como alternativa para um alimento convencional. Resíduos como a mucilagem do desfibramento do sisal (MUDS) vêm se destacando como alimento alternativo por seu baixo custo, abundância e fácil obtenção (BOTURA, 2011). Desta forma se faz necessário maiores estudos deste resíduo, para melhor compreensão da contribuição na dieta dos ruminantes proporcionada por ele, já que esta é a etapa mais custosa da produção.

Métodos conservativos (fenação ou ensilagem) são importantes estratégias adotadas no semiárido Nordeste, possuindo como finalidade a preservação do valor nutricional da forragem pós-colheita e fornece-la nos períodos de baixa disponibilidade. De acordo com Brandão et al. (2013), o valor da matéria seca da ensilagem da MUDS está em torno de 12%, longe dos valores ideais, que são entre 26% e 38% (McDONALD et al., 1991). Por apresentar teores de matéria seca muito baixos, é recomendado o uso de aditivos absorventes para reduzir a umidade e favorecer o processo de fermentação anaeróbia, resultando em melhor conservação do material (ANDRADE e LAVEZZO, 1998).

A utilização eficiente da parcela fibrosa presente na dieta dos ruminantes depende de dois parâmetros principais, o pH e a amônia ruminal (CAVALCANTE et al., 2006). Os microrganismos celulolíticos possuem baixa resistência a reduções de pH, comprometendo assim as funções normais do rúmen, como a degradação de volumosos, estes mesmos utilizam a amônia ($N-NH_3$) como fonte de nitrogênio para síntese microbiana. Então, é importante considerar esses parâmetros ao avaliar a viabilidade de um ingrediente como componente da dieta. Entre as análises das condições ruminais estão a de atividade redutiva bacteriana, tendo como base a avaliação do tempo transcorrido da degradação do azul de metileno adicionado a amostras de líquido ruminal, servindo para determinação de transtornos nutricionais como indigestão simples (8 minutos) e acidose aguda (30 minutos) e a prova de sedimentação que consiste em deixar repousar uma amostra de líquido ruminal e medir o tempo em que aparecem os eventos de sedimentação e flutuação, tendo como tempo normal esperado de 4 a 8 minutos, qualquer variação de tempo pode ser associada à transtornos digestivos (RADOSTITS et al., 2002).

Nesse contexto, objetivou-se avaliar os parâmetros ruminais de ovinos e caprinos submetidos à dietas a base de mucilagem do desfibramento do sisal ensilada com e sem aditivos (farelo de milho e farelo de trigo), registrando-se os valores de pH, quantificando as concentrações de nitrogênio amoniacal no rúmen de animais, além da realização de testes no líquido ruminal, em diferentes tempos (0, 2, 4, 6, 8 10 horas) após a alimentação da manhã, para avaliar a atividade da flora ruminal (prova de redução de azul de metileno, PRAM) e o tempo de sedimentação (teste de sedimentação).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

- ✓ Avaliar os parâmetros ruminais de ovinos e caprinos submetidos a dietas a base de mucilagem do desfibramento do sisal ensilada com e sem aditivos.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Registrar os valores de pH e quantificar as concentrações de nitrogênio amoniacal do rúmen de caprinos e ovinos submetidos às dietas em estudo;
- ✓ Verificar as condições ruminais mensurando-se a atividade redutiva da flora ruminal (prova de redução de azul de metileno, PRAM) e o tempo de sedimentação ao longo do período de coleta (0, 2, 4, 6, 8 10 horas após a alimentação da manhã);

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Criação de ruminantes no semiárido nordestino.

De acordo com dados obtidos pela Sudene (2017), o semiárido Brasileiro possui uma área territorial com cerca de 974.752 km², sendo composto por 1.262 municípios, abrangendo a maior parte da região Nordeste, onde encaixam-se os estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia. Tal região conta com precipitação pluviométrica média anual de aproximadamente 800 mm (ARAUJO, 2011); estes mal distribuídos durante o ano.

Pequenos produtores tem a caprinovinocultura como uma atividade de extrema importância na região Nordeste, seja por gerar fonte de renda, pela questão sociocultural, ou no contexto econômico, mas, principalmente, por fixar o homem ao campo e reduzir o êxodo rural (BATISTA et al., 2015).

Vários fatores limitam a criação de ovinos e caprinos na região semiárida, entre eles, um que se destaca é a dificuldade na obtenção de alimentos para o rebanho nos períodos de estiagem mais severa, tendo como consequência a restrição da produtividade e até a impossibilidade de continuidade da criação pelos pequenos produtores (RIET-CORREA et al., 2013).

Para suprir as necessidades nutricionais dos ruminantes em meio aos sistemas de produção na região Nordeste, algumas fontes de volumosos podem ser citadas: Pastagens, culturas para a seca, capineiras, fenos, silagens e resíduos agroindustriais. Visando o ideal para algumas etapas do ciclo produtivo da caprinovinocultura se faz necessário a introdução de concentrados na dieta (CAVALCANTE et al., 2005). Salientando que a obtenção de alimentos é a etapa mais onerosa da produção.

3.2 *Agave sisalana* Perrine – *Sisal*.

O sisal, assim popularmente conhecida, é uma planta pertencente à família Agavácea, gênero *Agave* e espécie *sisalana*. É originária da península de Yukatan, no México (MARTIN et al., 2009), chegando ao Brasil em 1900 e se tornando um produto comercial em meados da década de 40. É uma planta bem-adaptada ao clima tropical, possuindo ótimo desenvolvimento no Nordeste, pois as características edafoclimáticas da região favorecem a produção desta agavácea (BRANDÃO et al.,

2013). As agaváceas possuem metabolismo ácido das crassuláceas (CAM), que realiza suas atividades fotossintéticas utilizando a eficiência máxima no uso de H₂O e absorvem a maior parte do CO₂ durante a noite, tornando-as espécies ideais para serem cultivadas no semiárido (LUTTGE, 2004).

No Brasil a produção concentra-se nos estados da Bahia e Paraíba, atualmente os maiores produtores (LACERDA et al., 2006). Segundo dados obtidos pelo IBGE (2021), em 2020 foram produzidas 86.061 toneladas de fibra extraída da cultura do sisal em todo o território nacional. O Brasil é o maior produtor mundial de sisal, chegando, em 2021, a arrecadar receitas superiores a US\$ 20,5 milhões com exportações (INFORMATIVO SISAL BRASIL, 2021).

De acordo com Tolêdo Filho et al., (1992) o sisal é composto por mucilagem (15%), fibras (3%), bucha (1%) e suco (81%), estas possuindo as mais diferentes finalidades. A fibra é o produto final destinado a comercialização, tornando os demais resíduos um poluente em potencial, quando descartados incorretamente.

3.2.1 Mucilagem do desfibramento do sisal (MUDS).

O resíduo obtido após o desfibramento do sisal é constituído pela parte úmida (mucilagem) e a parte mais fibrosa (bucha). A bucha é rica em lignina pela presença de fibras curtas em sua composição, sendo um produto de difícil digestão, principalmente para ruminantes (SILVA & BELTRÃO, 1999). Após o desfibramento, muitas vezes o resíduo de MUDS é amontoado e disponibilizado para o consumo animal voluntário. Entretanto, a mucilagem utilizada na alimentação animal deve ser fornecida sem o componente fibroso indigesto, pois, se consumido constantemente, pode causar oclusão ruminal, provocando distúrbios ruminais como timpanismo (PAIVA et al., 1986).

Visando evitar esses transtornos nutricionais e melhor aproveitamento alimentar do resíduo, a Embrapa Algodão, desenvolveu uma peneira rotativa. A peneira possui a função de separar a mucilagem da bucha do sisal desfibrado, através das rotações repetidas pela peneira. Com a profusão dos giros, a MUDS se acumula no interior da peneira e vaza para a parte externa, assim separando a mucilagem da fibra indigestível (SILVA et al., 1998).

Ao objetivar o fornecimento de uma dieta equilibrada para ruminantes, utilizando em sua composição coprodutos do desfibramento da mucilagem do sisal, Iñiguez-Covarrubias (2001) ressalta a importância do conhecimento do seu valor nutritivo e de sua composição química, para que esta possa ser complementada com outros ingredientes afim de suprir as necessidades dos animais.

A MUDS possui elevadas concentrações de cinzas e cálcio, contrariamente aos valores de fósforo e proteína bruta (PB) que são baixos (SILVA et al., 1998). A composição química bromatológica da MUDS depende muito da época que a colheita foi realizada e do estado fisiológico da planta. Respalhando a afirmação anterior, diferentes valores na composição química da MUDS *in natura* podem ser encontrados na literatura, como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química da mucilagem do desfibramento do sisal.

	SANTOS et al. (2011)	PINHEIRO et al. (2019)
Materia Seca (%MN) ¹	17,03	15,54
Matéria Orgânica (%) ²	82,81	85,03
Proteína Bruta (%) ²	7,50	9,05
Fibra em Detergente Neutro (%) ²	37,04	34,17
Fibra em Detergente Acido (%) ²	29,7	24,39

¹Percentual da matéria natural; ². Percentual da matéria seca

A mucilagem do desfibramento do sisal (MUDS) possui grande potencial estratégico, servindo de volumoso para ruminantes (SANTOS et al., 2011) principalmente nas épocas de escassez hídrica onde a obtenção de alimentos pode ser crítica, servindo como volumoso alternativo.

3.2.2 *Uso de aditivos na ensilagem de MUDS*

A silagem é uma ótima forma de conservação de alimentos, podendo ser realizada com grãos, gramíneas, tubérculos, leguminosas, cereais e resíduos agroindustriais, tendo potencial qualquer componente alimentar que possua açúcares disponíveis para que ocorra a fermentação (WOOLFORD, 1999). O processo de ensilagem é realizado ao impor as condições de anaerobiose afim de preservar os nutrientes da forragem verde através de processos fermentativos e evitar que microrganismos indesejáveis degradem e se multipliquem no material ensilado,

trazendo perdas nutricionais à silagem (PEDREIRA et al., 2013).

Nesse processo a conservação só ocorre de maneira eficiente dependendo da fermentação natural dos açúcares presentes na silagem e na produção de ácidos orgânicos, principalmente láctico e acético, por intermédio das bactérias lácticas homofermentativas e heterofermentativas sob condições anaeróbicas (FAUSTINO et al., 2018).

De acordo com Brandão et al. (2013), o valor da matéria seca da MUDS está em torno de 12%, longe dos valores ideais para a ensilagem, que são entre 26% e 38% (MCDONALD et al., 1991). Além do que, baixos teores de MS favorecem baixa pressão osmótica, o que beneficia o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*, as quais convertem açúcares, ácido láctico, proteína e aminoácidos em ácido butírico, acético, amônia e gás carbônico, resultando em perdas consideráveis na qualidade da silagem, com diminuição na aceitabilidade e consumo animal (WILKINSON, 1983; TOSI et al., 1995). Por apresentar teores de matéria seca muito baixos, é recomendado o uso de aditivos absorventes para reduzir a umidade e favorecer o processo de fermentação anaeróbia, resultando em produção de ácido láctico e redução do pH da massa ensilada e, conseqüentemente, melhorando a conservação do material (ANDRADE e LAVEZZO, 1998); (GUIM et al., 2002).

Os subprodutos do desfibramento do sisal, no Brasil, vêm sendo ensilado com diferentes aditivos (farelo de soja, farelo de trigo, torta de dendê, pó da bateadeira, torta de licuri, torta de algodão) objetivando aumentar significativamente o teor de matéria seca, carboidratos solúveis e estabilidade aeróbica em relação a silagem do MUDS *in natura* (BRANDÃO et al., 2013).

Além disso, é oportuno destacar que a mucilagem obtida após o desfibramento de agaváceas possui alguns fatores antinutricionais, como as saponinas e hecogeninas, estas, quando consumidas, podem interferir na ruminação. Os cristais de oxalato de cálcio junto com as saponinas podem causar irritação na pele de animais e de quem manuseia o sisal. Contudo, o processo de ensilagem pode reduzir os níveis desses compostos, afastando esses efeitos maléficos (ZAMUDIO et al., 2008).

3.3 Parâmetros Ruminais – Ovinos e Caprinos.

O processo digestivo dos ruminantes é bastante complexo e envolve diversas etapas. Além disso, o estômago de ruminantes pode ser dividido em quatro partes, sendo essas: o retículo, o rúmen e o omaso, que fazem parte do pré-estômago, onde ocorrem os processos fermentativos dos microrganismos presentes e torna possível o metabolismo das fibras; e o abomaso, onde a digestão é feita pelo suco gástrico (SANTOS, 2020).

A depender de como se comporta o ambiente ruminal a diversidade ecológica composta por inúmeras espécies de microrganismos serão diretamente impactadas. O rúmen de ovinos e caprinos saudáveis apresenta um pH em torno de 6,8 a 7,0 (MARDEN et al., 2005), decorrência da entrada de saliva constante, proporcionando ação tamponante a todo momento. Normalmente a temperatura do rúmen esta em torno de 39°C, se mantendo relativamente constante em função dos mecanismos homeostáticos que conserva esse padrão fisiológico. O tipo de alimentação e a ingestão de água podem influenciar nessa temperatura. O rúmen possui baixo potencial redox, em resultado ao baixo teor de O₂ no ambiente ruminal (KAMRA, 2005).

As bactérias compõe o grupo de microrganismos mais abundantes no rúmen, podendo haver mais de 10¹⁰ células por grama de conteúdo ruminal (RUSSEL e RICHLIK, 2001). Os ruminantes são essencialmente dependentes das bactérias para realizar funções como a quebra de polissacarídeos presentes nas moléculas da celulose, sua ação no ciclo do Carbono (C) e do nitrogênio (N), para a síntese proteica e fermentação ruminal (KOIKE e KOBAYASHI, 2009). O rúmen também abriga uma grande população de protozoários, cerca de 250 espécies já foram documentadas na literatura, a maior parte delas é ciliada e possuem relativa importância para os animais ruminantes. (WILLIAMS & COLEMAN, 1992).

Os microrganismos responsáveis por degradar a parcela fibrosa presente no rúmen necessitam de amônia como fonte nitrogenada utilizada para seu crescimento, já os que quebram carboidratos não fibrosos demandam aminoácidos e peptídeos além da amônia. O proceder dos processos de degradação celulolítica e do crescimento das bactérias devem ser destacados no estudo das interações com outras espécies microbianas, principalmente as que disponibilizam compostos essenciais como

vitaminas do complexo B e ácidos graxos de cadeia ramificada, ácidos graxos estruturais e alguns aldeídos (BRYANT, 1973). Pensando nisso, a introdução de ingredientes contendo proteína verdadeira na dieta pode melhorar o desempenho ruminal e conseqüentemente o desempenho animal (PESSOA et al., 2013).

Na maioria dos transtornos ruminais e metabólicos, as alterações podem ser facilmente identificadas através da análise do líquido ruminal, pois as mudanças nos valores de referência normais são mais evidentes na parcela líquida do rúmen do que no sangue do animal (BOUDAN et al., 2000).

3.3.1 Potencial Hidrogeniônico (pH).

O tipo de alimentação consumida pelo animal é um dos fatores que mais influencia o pH ruminal, e a saliva é o que majoritariamente o estabiliza, por seus efeitos tamponantes (OWENS et al., 1988; VAN SOEST, 1994). A salivacão é estimulada em maior quantidade com o ato da mastigação e da ruminação, resultantes de reflexos iniciados por impulsos enviados através do toque de partículas grosseiras sobre a parede ruminal (HARFOOT, 1981; HOOVER e STOKES, 1991), desta forma a composição química e física do alimento influencia na produção de saliva. A principal causa para a redução do pH ruminal é a rápida digestão do alimento, devido a altas taxas de degradação, chegando a seu menor valor entre 0,5 e 4 horas após a ingestão do alimento (ØRSKOV, 1986).

Alimentos com alto teor de carboidratos de fácil digestão como os contidos em grãos de cereais moídos, acarretam em inadequada secreção de saliva para manter o pH em níveis normais (6 e 7), como também a diminuição da motilidade ruminal por conta das partículas físicas do alimento não estimularem suficiente a parede do rúmen. A redução do pH favorece a proliferação do nicho de bactérias lácticas, provocando ainda mais a acidificação do meio, diminui a digestão da proteína, celulose, hemicelulose e pectina (HOOVER e STOKES, 1991). Segundo Strobel e Russel (1986), quando o pH é menor que 6 a síntese de proteína microbiana pode diminuir. Análises *in vitro* realizadas por Ørskov (1988) relatam que quando o pH atinge níveis abaixo de 6,2 ocorre redução na digestão da fibra, devido à sensibilidade das bactérias fibrolíticas a acidificação do meio. O ponto ótimo da digestão da fibra ocorre com o pH entre 6,7 e 7,1.

3.3.2 Nitrogênio Amoniacal (N-NH₃).

A proteína advinda da dieta é hidrolisada no rúmen formando compostos como peptídeos e aminoácidos, dos quais podem sofrer desaminação liberando N-NH₃ no rúmen, da mesma forma que outras fontes de nitrogênio como a ureia endógena e dietética (VAN SOEST, 1994). Os aminoácidos podem ser utilizados para a síntese de proteína microbiana, entretanto, boa parte dos microrganismos realiza síntese de seus próprios aminoácidos utilizando a amônia ruminal, especialmente os celulolíticos, que utilizam exclusivamente a amônia para efetuar a síntese de proteína microbiana. Portanto, é evidente que a concentração de N-NH₃ é essencial para maximização da eficiência microbiana (ZEOULA et al., 2002; RUSSELL et al., 1992).

Ainda não se sabe qual a concentração necessária de N-NH₃ para a máxima eficiência microbiana, mas Roffer & Satter (1975) notaram que 5 mg N-NH₃/100 mL de líquido ruminal foi o bastante para se obter o máximo de desenvolvimento microbiana *in vitro*. Então, as exigências de N-NH₃ estariam relacionadas com a disponibilidade de substratos, à taxa fermentativa normal e à produção microbiana (NRC, 1985). De acordo com Erdman et al. (1986) a concentração mínima de N-NH₃ para o máximo crescimento microbiano seria maximizada com a fermentabilidade do alimento ingerido. Quanto maior for a degradabilidade da proteína dietética maior será a produção de N-NH₃ ruminal, assim, com o equilíbrio entre o teor de carboidratos (energia e esqueletos carbônicos para a microbiota) e de nitrogênio, pode resultar no maior aproveitamento da eficiência microbiana e diminuição da perda de nitrogênio na forma de N-NH₃ (RENNÓ, 2003).

Com o aumento da eficiência microbiana conseqüentemente ocorreria um aumento na síntese de proteína microbiana e maior disponibilidade desta no intestino para ser absorvida e utilizada pelo corpo do animal.

3.3.3 Atividade redutiva bacteriana

Nos ruminantes diversos distúrbios nutricionais são os principais causadores de desordens clínicas, a maioria deles esta relacionada ao tipo de composição dietética adotada (excesso de grãos, insuficiência de fibras), como também podem advir de anormalidades na digestão e do metabolismo ruminal (BOUDA et al., 2000).

A prova de redução utilizando o azul de metileno (PRAM) trata-se de um teste rápido e que mostra a intensidade da atividade bacteriana na amostra de líquido ruminal, considerando que o quanto mais rápida for a redução do azul de metileno, mais intensa é a atividade bacteriana. A PRAM está associada com a qualidade do alimento ingerido pelo animal, podendo chegar a até 6 minutos, porém em animais que recebem alimentos ricos em carboidratos não estruturais esse tempo pode ser até inferior a 1 minuto (DIRKSEN et al.1993).

3.3.4 Sedimentação

A capacidade de fermentação através da produção de gás pelas bactérias ruminais pode ser avaliada pelo teste do tempo de sedimentação. Neste, entende-se que quanto menor o tempo de sedimentação do líquido ruminal mais rápido o alimento está sendo degradado. Os valores tidos como padrões de limite são de 4 a 8 minutos, amplitude essa que inclui as particularidades de taxa fermentativa para cada alimento (DIRKSEN et al.1993).

O tipo de alimento altera os produtos da fermentação ruminal, em razão do favorecimento em determinadas populações de microrganismos especializados em digerir determinados componentes presentes na dieta (MANELLA et al., 2003). Dietas ricas em forragens resultam na maior propagação de bactérias celulolíticas e sacarolíticas. Já as dietas mais concentradas, ricas em amido e/ou proteína, aumentando o desenvolvimento de bactérias amilolíticas e/ou proteolíticas (CHURCH, 1988), dos quais acidificam exponencialmente o meio, reduzindo as populações de microbiota, gerando alterações no padrão do tempo analisado durante a sedimentação.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia – UFRPE, localizado na cidade do Recife – PE. Todos os procedimentos experimentais com os animais foram previamente aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFRPE, licença 034/2018.

4.1 Confeção das silagens

O resíduo do Sisal foi obtido em uma fazenda sisaleira localizada na zona rural do município de Barra de Santa Rosa, no estado da Paraíba. Após o desfibramento do sisal, o resíduo foi processado por meio de peneira rotativa para separação da bucha e a mucilagem (Figura 1) resultante do desfibramento do sisal (MUDS).



Figura 1. Processamento do sisal na propriedade sisaleira em Barra de Santa Rosa. a) Desfibramento do sisal; b) Peneira rotativa desenvolvida pela Embrapa para obtenção da MUDS. Fonte: Acervo pessoal.

Parte da MUDS foi ensilada exclusivamente sem a adição de nenhum aditivo, compactado manualmente nos silos (tambores de 200 litros). No momento da ensilagem, os aditivos (milho moído e farelo de trigo) foram adicionados na proporção de 75:25 para MUDS e aditivos, respectivamente, com base na matéria natural, para proporcionar a elevação da matéria seca dos resíduos para valores próximos a 35% (Figura 2).



Figura 2. Preparação dos tratamentos: a) inclusão do aditivo devidamente pesados à MUDS; b) mistura dos aditivos com a MUDS. Fonte: Acervo Pessoal

A composição dos materiais empregados e suas misturas, antes da ensilagem, estão apontadas na Tabela 2.

Tabela 2. Composição químico-bromatológica dos ingredientes e das misturas antes da ensilagem.

Item	MS ¹	MO ²	MM ²	PB ²	FDN ²	EE ²	CapTamp ³
Milho Moído	89,374	98,442	1,558	9,759	19,792	2,917	11,59
Farelo de Trigo	86,695	93,162	6,838	16,480	53,586	2,430	21,78
MUDS	15,041	83,815	16,185	10,624	45,760	1,872	96,14
MUDS + MI	33,624	87,472	12,528	10,408	39,268	2,133	75,01
MUDS + FT	32,955	86,152	13,848	12,088	47,717	2,011	77,55

¹% da matéria natural; ²% da matéria seca; ³. Capacidade Tampão (N eq.mg/100g MS)

4.1.1 Animais e manejo experimental

Quatro ovinos e quatro caprinos machos, castrados, dotados de fistula permanente no rúmen, com peso corporal (PC) médio inicial de $71,05 \pm 7,53\text{kg}$ e $57,41 \pm 9,71\text{kg}$ (Figura 3), respectivamente, foram distribuídos em dois quadrados latinos simultâneos.



Figura 3. Animais dotados de fistula permanente no rúmen: a) ovino; b) caprino durante o período experimental. Fonte: Acervo Pessoal.

Antes do início do período experimental, os animais foram pesados, identificados e tratados contra endo e ectoparasitas (Ivomec®, Merial Saúde Animal Ltda., Paulínia, SP- Ivermectina 1,0g), vacinados contra clostridioses (Botulinomax®, Hertape Saúde Animal S.A., Juatuba, MG- Vac. Clostridiose) e receberam complexo vitamínico ADE e foram mantidos em sistema de confinamento com baias individuais providas de comedouros e bebedouros.

O experimento teve duração de 80 dias, com quatro períodos de 20 dias consecutivos, divididos em 12 dias para adaptação às dietas e oito para coletas de dados e amostras. A composição química dos ingredientes e composição química das dietas experimentais está apresentada nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 3. Composição química dos ingredientes nas dietas experimentais.

Variáveis, g/kg ¹	Silagens ²			F.C. Tifton 85 ³	Milho	Soja	Trigo
	SilMUDS	SilMUDS- MI	SilMUDS- TRI				
MS	183,5	343,1	364,9	873,3	870,4	882,8	869,9
MO	870,5	932,8	921,1	943,1	981,1	943,9	950,5
PB	84,4	70,9	112,3	93,7	85,1	512,0	156,7
EE	21,8	36,2	35,1	16,6	39,1	14,4	29,2
FDN _{cp}	261,8	245,6	344,7	751,2	133,8	168,7	391,3
FDNi	161,5	116,1	160,6	397,7	31,3	38,7	183,8
MM	129,5	67,2	78,9	56,9	18,2	56,1	49,5
CHOT	731,6	826,8	740,0	831,3	861,0	417,4	738,6
CNF	469,8	581,2	395,3	80,0	727,2	248,4	347,4

¹MS = matéria seca, MO = matéria orgânica, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, FDN_{cp}= fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, FDNi= fibra em detergente neutro indigestível, MM = matéria mineral, CHOT= carboidratos totais, CNF = carboidrato não fibroso; ²SilMUDS=silagem de mucilagem do desfibramento do sisal sem aditivo, SilMUDS-MI=silagem aditivada com milho, SilMUDS-TRI=silagem aditivada com trigo; ³F.C. Tifton 85 = feno de capim Tifton 85.

As dietas experimentais foram a base de silagem de Mucilagem de Sisal com os tratamentos: Controle – 60% de feno de Tifton 85 (*Cynodon dactylon*, L.); SilMUDS (Mucilagem) – 45% de SilMUDS e 15% de feno de Tifton 85 (*Cynodon dactylon*, L.); SilMUDS-MI (MUDS + Farelo de milho) – 45% de SilMUDS-MI e 15% - de feno de Tifton 85 (*Cynodon dactylon*, L.); e SilMUDS-TRI (MUDS + Farelo de trigo) – 45% de SilMUDS-TRI e 15% - de feno de Tifton 85 (*Cynodon dactylon*, L.). As proporções usadas nas SilMUDS-MI e SilMUDS-TRI foram 75% da MUDS e 25% do aditivo. Todas as dietas foram compostas de 60% de volumoso e 40% de concentrado (Tabela 4).

Tabela 4. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais.

Ingredientes (g/kg na MS)	Tratamentos ¹			
	Controle	SilMUDS	SilMUDS-MI	SilMUDS-TRI
Feno de Capim Tifton 85	600	150	150	150
Silagem de MUDS	0	450	0	0
Silagem de MUDS-MI	0	0	450	0
Silagem de MUDS-TRI	0	0	0	450
Milho Moído	147,5	156,3	130	233,8
Farelo de Soja	127,5	130	127,5	78,75
Farelo de Trigo	110	98,75	127,5	72,5
Mistura Mineral	15	15	15	15
Composição química, g/kg ²				
MS (g/kg MN)	877,6	323,5	525,7	520,0
MM	51,5	84,2	47,2	53,4
MO	934,7	898,1	936,7	928,9
PB	154,4	151,5	151,3	146,9
EE	20,8	30,6	30,0	36,4
FDN _{cp}	510,3	320,3	261,1	320,8
FDN _i	268,4	164,8	129,9	146,2
CNF	249,9	396,5	495,0	425,9
CHOT	760,2	716,8	756,1	746,7
NDT	699,2	754,2	837,2	769,8

¹SilMUDS = silagem de mucilagem do desfibramento do sisal sem aditivo, SilMUDS-MI = silagem aditivada com milho; SilMUDS-TRI = silagem aditivada com trigo; ²MS = matéria seca, MM = matéria mineral, MO = matéria orgânica, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, FDN_{cp} = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, FDN_i = fibra em detergente neutro indigestível, CNF = carboidrato não fibroso, CHOT = carboidratos totais, NDT = nutrientes digestíveis totais.

4.1.2 Parâmetros ruminais

Foram coletadas, após homogeneização, amostras de líquido ruminal de quatro pontos distintos, na região ventral do rúmen, nos 13° (às 0; 4 e 8 horas após o fornecimento da ração matinal) e 14° (às 2; 6 e 10 horas após o fornecimento da ração matinal) dias de cada período experimental (Figura 4).

O material foi filtrado em pano de algodão para obtenção do líquido (Figura 4), tomando-se uma alíquota de 100 mL, na qual foi, imediatamente, mensurado o pH, com um potenciômetro (Kasavi, Modelo K39-0014P, Taiwan). O fluido foi então

dividido em duas alíquotas de 30 mL e acidificado com 1,5 mL de solução de ácido clorídrico (1:1). As amostras foram congeladas a -20°C , para determinação da concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH_3).

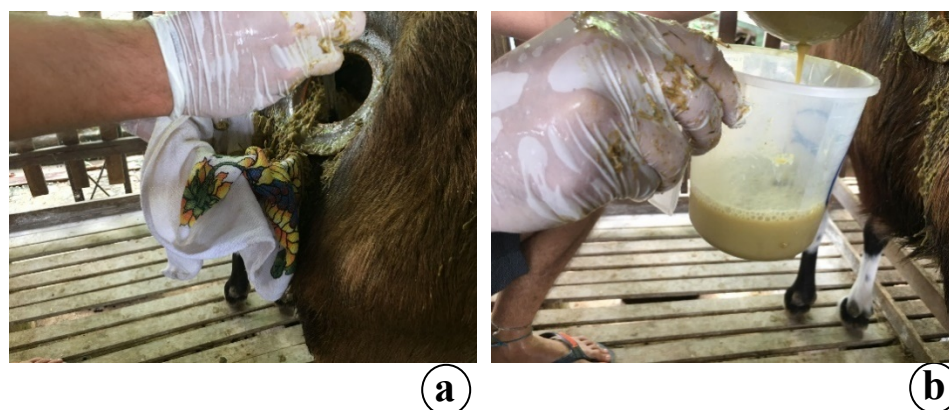


Figura 4. a) Coleta do líquido ruminal; b) Filtragem do líquido ruminal. Fonte: Acervo Pessoal.

Para a determinação de N-NH_3 foi utilizada a metodologia descrita por Detmann et al. (2012), pelo método da destilação de Kjeldahl. As amostras foram descongeladas e em um tubo de ensaio foram adicionados 10 mL de fluido ruminal e 1 mL de ácido tricloroacético (100 g/L) e deixando descansar por 30 minutos. Após esse tempo, o material foi centrifugado a 3000 rpm por 10 minutos, separando o sobrenadante e mantido sob refrigeração até o momento da análise. Para destilação, foram pipetados 2 mL do sobrenadante do líquido ruminal nos tubos de ensaio. Prosseguiu-se a destilação adicionando aos tubos de ensaio 10 mL de hidróxido de potássio (KOH) e nos erlenmeyer foi adicionado 10 mL de ácido bórico para captação da amônia. O resultado da destilação foi 50 mL de amostra sendo titulado na solução de ácido clorídrico 0,005N. O volume titulado foi usado para calcular a quantidade de N-NH_3 em cada amostra.

A prova de redução com azul de metileno (PRAM) foi realizada segundo metodologia descrita por Dirksen (1993), utilizando o protocolo de avaliação da atividade bacteriana no ambiente ruminal, foi realizado através da reação entre o fluido ruminal e o azul de metileno. Em um tubo de ensaio, foram adicionados 9,5 mL de líquido ruminal e 0,5 mL de solução de azul de metileno a 0,03% e

imediatamente acionado o cronometro para monitoramento do tempo necessário para o desaparecimento da solução.

Na determinação da sedimentação e flutuação (Figura 5), uma alíquota de 10ml de líquido ruminal foi acondicionada em tubo de ensaio e imediatamente acionado o cronometro para monitoramento do tempo necessário para a divisão das fases considerando uma fase líquida limpa e uma fase líquida com partículas de alimento, segundo protocolo descrito por Dirksen (1993).

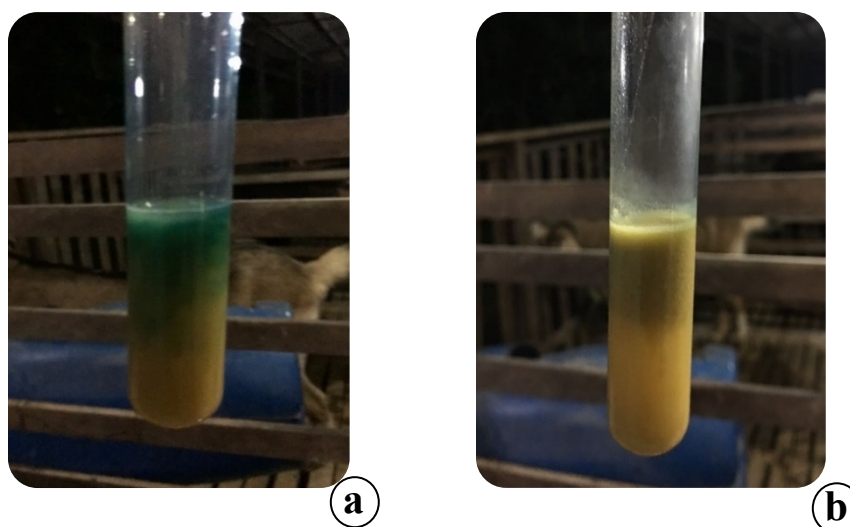


Figura 5. Avaliação do líquido ruminal: a) Prova de redução com azul de metileno (PRAM); b) Teste de sedimentação. Fonte: Acervo Pessoal.

4.1.3 Análises estatísticas

As variáveis dependentes foram analisadas como um delineamento quadrado latino 4×4 em esquema de parcela subdividida, com a Espécie Animal (ovino e caprino) alocada na parcela, os tratamentos nas subparcelas. Os animais foram considerados unidades experimentais porque eram alimentados individualmente e a ingestão de alimentos era conhecida. Todos os graus de liberdade do denominador para testes F foram calculados de acordo com Kenward e Roger (1997). Os dados foram analisados utilizando o pacote estatístico SAS (9.3, SAS Institute Inc., Cary, NC) usando o procedimento MIXED. Medidas repetidas foram utilizadas para analisar os parâmetros ruminiais nos diferentes tempos de coleta usando SP (POW).

O modelo utilizado foi:

$$Y_{ijkl} = \mu + E_i + T_j + Ak(i) + ET(ij) + Pl + e_{ijkl}, \text{ onde}$$

- Y_{ijkl} é uma variável de resposta dependente contínua;
- μ é a média geral;
- E_i é o efeito fixo do tratamento com Espécie ($i = 1, 2$); T_j é o efeito fixo do Tratamento ($j = 1, 2, 3, 4$);
- $Ak(i)$ é o efeito aleatório do animal dentro do Tratamento; ,
- $ET(ij)$ é a interação da Espécie e Tratamento;
- Pl é o efeito do período; e_{ijkl} é o erro residual.

5. RESULTADOS FINAIS E DISCUSSÃO

Na Tabela 5 estão dispostos os valores médios de pH, N-NH₃, tempo de sedimentação e PRAM encontrados no líquido ruminal de ovinos e de caprinos submetidos às dietas experimentais, em diferentes tempos de coleta. Não foram observados diferenças ($P>0,05$) para espécie e nenhuma das variáveis. Para caprinos, o valor médio de pH foi de 6,16 e para os ovinos 6,18. Valores considerados ótimos, segundo Coelho da Silva & Leão (1979), pois para a maioria das bactérias ruminais se desenvolverem necessitam de pH próximo a neutralidade. Para Van Soest (1994), pH abaixo de 6,2 prejudica a degradação da fibra.

Por outro lado, para os efeitos de tratamento e de hora de coleta foi detectada diferença ($P<0,05$) dos valores de pH. Porém, não foi registrado efeito da interação com as demais variáveis. O pH é um dos fatores mais importantes ao se avaliar o ambiente ruminal, pois ele possui influência direta no comportamento ruminal, no nível de degradação dos alimentos e na atividade dos microrganismos. Diferentes efeitos podem ser atribuídos ao valor do pH, como por exemplo, o tipo de alimentação e seus impactos sobre a produção de saliva, a quantidade de fibra na dieta e à ruminação, produção e absorção de ácidos graxos de cadeia curta, o consumo de concentrados e a troca de bicarbonato através do epitélio ruminal (MERTENS, 1994).

O menor valor de pH encontrado após a alimentação foi de 5,54 no tempo de 10h e para o efeito de tratamento foi o de SilMUDS-MI que proporcionou o menor valor de pH (5,97). Fato que pode ser justificado pela maior quantidade de amido presente nesta dieta. Em contrapartida, o tratamento SilMUDS foi o que proporcionou o maior valor do pH ruminal (6,49). Segundo experimento realizado por Clemente (2021), a capacidade tamponante da SilMUDS é de 96,14 N eq.mg/100g MS, sendo um valor relativamente alto para uma silagem.

Considerando o N-NH₃, percebeu-se o mesmo comportamento que para o pH, de modo que não foi registrada interação ($P>0,05$) entre os fatores, mas houve efeito ($P<0,05$) de tratamento e da hora de coleta. O tratamento que obteve o menor valor de N-NH₃ foi o da SilMUDS (10,01 mg 100 mL⁻¹) e os horários com menor concentração de nitrogênio no rúmen foram às 4 e 6 horas (10,52 e 9,37 mg 100 mL⁻¹) após a alimentação. Já a maior concentração de N-NH₃ foi registrada para o

tratamento SilMUDS-TRI (12,51 mg 100 mL⁻¹).

Tabela 5. Parâmetros ruminiais, em diferentes tempos de coleta, de ovinos e de caprinos submetidos às dietas experimentais.

Item	Fonte de variação				
	pH	N-NH ₃ (mg/dL)	Sedimentação (minutos)	PRAM (minutos)	
Espécie (E)	Caprina	6,16	11,53	01:38	01:49
	Ovina	6,18	11,51	01:36	02:08
	<i>EPM</i> ²	0,038	0,314	6,420	17,793
Tratamentos (T) ¹	Controle	6,12 b	12,07 a	01:40	02:29
	SilMUDS	6,49 a	10,01 b	01:24	02:20
	SilMUDS-MI	5,97 b	11,47 a	01:57	01:51
	SilMUDS-TRI	6,10 b	12,51 a	01:27	01:13
	<i>EPM</i> ²	0,052	0,434	9,619	28,589
Tempo de coleta (H)	0	6,41 a	11,04 a	02:28 a	05:37 a
	2	6,10 a	13,13 a	01:45 ab	01:02 b
	4	6,27 a	10,52 bc	01:40 ab	01:25 b
	6	6,07 a	9,37 c	01:31 bc	01:15 b
	8	6,23 a	11,75 a	02:38 a	01:24 b
	10	5,54 b	13,28 a	01:00 c	01:06 b
	<i>EPM</i> ²	0,103	0,803	9,667	19,93
Valor de P	E ³	0,7835	0,9525	0,936	0,7208
	T ⁴	<,0001	0,0003	0,505	0,7404
	H ⁵	0,0046	0,0007	<,0001	<,0001
	E x T ⁶	0,164	0,5364	0,506	0,6062
	T x H ⁷	0,5817	0,9745	0,9944	0,9993

¹SilMUDS=silagem de mucilagem do desfibramento do sisal sem aditivo, SilMUDS-MI=silagem aditivada com milho; SilMUDS-TRI=silagem aditivada com trigo; ²Erro padrão da média; ³E = Efeito da espécie; ⁴T = Efeito do tratamento; ⁵H = efeito do tempo de coleta após a primeira refeição; ⁶E x T=Interação entre espécies e tratamento; ⁷T x H=Interação entre tratamento e tempo de coleta. Médias seguidas por letras distintas na coluna, dentro da mesma fonte de variação, diferem pelo teste de Tukey-Kramer (P<0,05)

De acordo com Van Soest (1994), o nível ótimo para N-NH₃ no rúmen é de 10 mg/100 mL, então as concentrações apontadas na tabela sinalizam que em todos os tratamentos foram obtidos bons resultados. De acordo com Detmann et al (2014), o nível de nitrogênio amoniacal necessário à maximização do consumo de MS é de no mínimo 8 mg/dL. Porém, Van Soest (1994) também afirmou que níveis de 15 mg/dL de N-NH₃ são necessários para elevar o consumo de FDN, maximizando, assim, a degradação dos carboidratos fibrosos, o que permite

e elevar a eficiência microbiana e o trânsito ruminal. Sendo que esse valor pode ser alterado de acordo com alguns fatores, por exemplo, a capacidade de síntese de proteína e captação da amônia pelas bactérias. Para que isso ocorra efetivamente tudo depende da taxa de fermentação dos carboidratos (HOMEM JÚNIOR et al., 2010).

O tempo de sedimentação diferiu ($P < 0,05$) com relação a hora de coleta do líquido ruminal (Tabela 5). Ao avaliar todos os tempos em minutos, tanto das espécies quanto dos tratamentos e horas de coleta, foram encontrados valores bem abaixo do esperado para parâmetros ruminais normais. O primeiro tempo de sedimentação (02 minutos e 28) observado foi antes a alimentação da manhã (0h), pois o alimento havia recém chegado ao rúmen. Com o início dos processos fermentativos da digestão o tempo de sedimentação passou a cair como visto nos tempos 2, 4 e 6, apresentados na figura 6, não diferindo muito entre si, esse valor só começou a subir novamente antes do fornecimento alimentar da tarde (8h) chegando a um tempo de sedimentação pouco superior ao primeiro (02 minutos e 38). Quanto mais ácido for o pH do líquido ruminal, mais rápido aparecem os processos de flutuação e sedimentação, com isso pode-se observar uma correlação entre o decréscimo do pH nas horas de coleta e da diminuição dos minutos de sedimentação. O que pode favorecer essa afirmação é o menor valor obtido para a sedimentação na avaliação de 10h, sendo este de 01:00 minuto do qual o pH também foi o menor encontrado (5,54), caracterizando uma acidose subaguda.

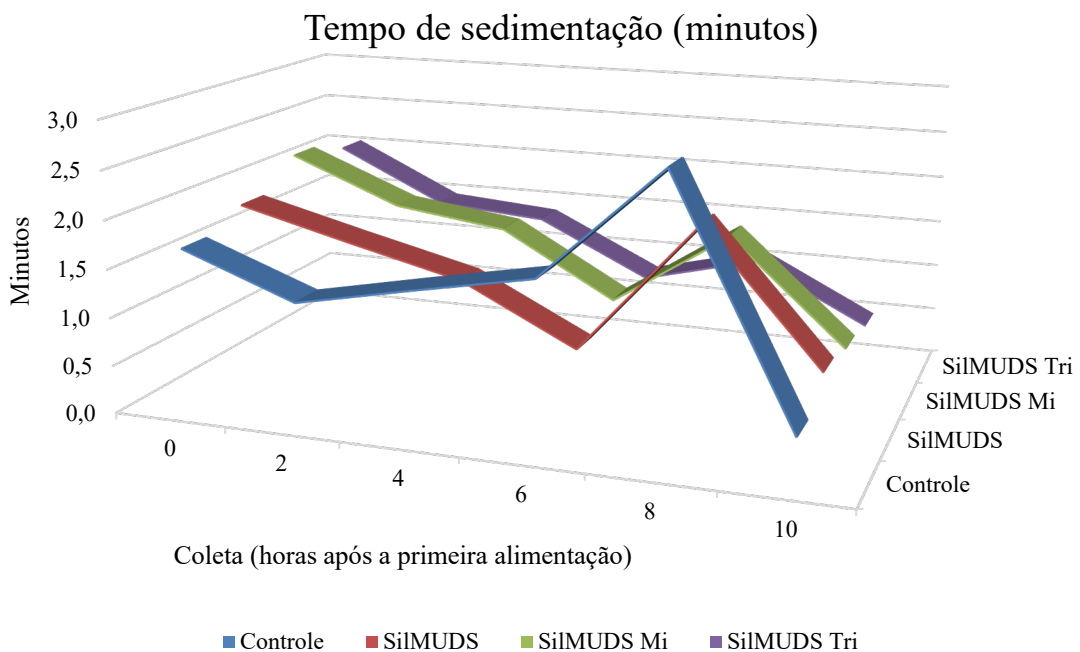


Figura 6. Tempo de sedimentação dos diferentes tratamentos ao longo dos tempo de coleta.

De acordo com Dirksen et al. (1993), os valores tidos como padrão para esta variável são de 4 a 8 minutos, entretanto foram encontrados resultados bem inferiores a isso, constatando anormalidades para os parâmetros ruminais, como por exemplo a já citada acidose subaguda.

Ao analisar a prova de redução de azul de metileno (Tabela 5 e Figura 7) foi observado que este sofreu influência ($P < 0,05$) apenas pelas horas de coleta do líquido ruminal. Esse teste representa a intensidade da atividade bacteriana, considerando que, quanto mais rápido for a redução do azul de metileno, mais intensa é a atividade das bactérias (RADOSTITS et al., 2002). É visível na tabela 5 o quão baixos foram os valores obtidos para o tempo da PRAM, tendo como valor médio para caprino 01 minuto e 49 e para ovino 02 minutos e 08, realçando o quão ativa estava a microbiota do rúmen. Comparando os tempos de coleta do líquido ruminal o tempo 0h obteve o maior tempo para PRAM (05 minutos e 37), valor este ainda assim considerado normal já que a prova redutiva com azul de metileno também está relacionada com a qualidade do alimento ingerido e pode chegar a até 6 minutos. Borges et al. (2011), introduziu feno de braquiária com diferentes aditivos energéticos para ovinos e obteve o mesmo efeito ao avaliar o tempo 0h com a redução da PRAM bem lenta após a primeira alimentação dos animais em experimento e com o passar das horas de análise essa atividade microbiana foi se estabilizando.

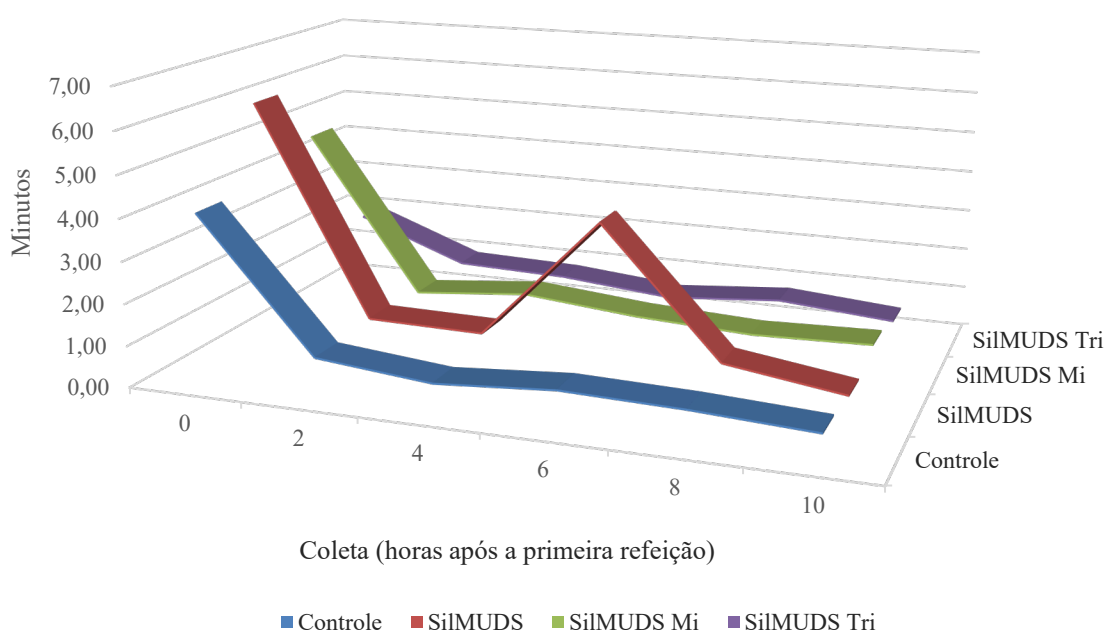


Figura 7. Prova de redução do azul de metileno (PRAM), dada em minutos, ao longo dos tempos de coleta.

A diminuição dos minutos decorridos durante a observação da PRAM se deve a maior atividade microbiana presente no rúmen com o decorrer dos processos fermentativos e do nível

de degradabilidade do material presente na dieta, essa queda pode ser visualizada no gráfico da figura 7. A literatura explica que alimentos ricos em carboidratos não-estruturais presentes em dietas animais o tempo redutivo da PRAM pode ser inferior a 1 minuto (DIRKSEN et al.1993), corroborando com o que foi observado neste trabalho.

6. CONCLUSÃO

SilMUDS, aditivadas ou não, representando 75% do volumoso da dieta, não comprometem o pH e a concentração de N-NH₃ do rúmen. No entanto SilMUDS aditivadas com milho moído ou farelo de trigo proporcionam maior atividade microbiana ruminal.

7. REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA

ANDRADE, J.B.; LAVEZZO, WAGNER. Aditivos na ensilagem do capim-elefante: composição bromatológica das forragens e das respectivas silagens. aditivos na ensilagem do capim-elefante.: composição bromatológica das forragens e das respectivas silagens, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, ed. 11, p. 1858 - 1872, 1998.

ARAÚJO, SMS de. A região semiárida do nordeste do Brasil: questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. **Rios Eletrônica-Revista Científica da FASETE**, v. 5, n. 5, p. 89-98, 2011.

BATISTA, NAYANNE LOPES; DE SOUZA, BONIFÁCIO BENICIO. Caprinovinocultura no semiárido brasileiro-fatores limitantes e ações de mitigação. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 11, n. 1, p. 01-09, 2015.

BOUDA, JAN; ROCHA, G. Q.; DIAZ GONZALEZ, FELIX HILARIO. Importância da coleta e análise de líquido ruminal e urina. **Uso de Provas de campo e laboratório em doenças metabólicas e ruminanis de bovinos. p. 13-16**, 2000.

BORGES, NAIDA CRISTINA et al. Parâmetros físico-químicos e microbiológicos do fluido ruminal de ovinos confinados submetidos a crescentes níveis de mistura mineral energético-protéica. **Ciência Animal Brasileira**, v. 12, n. 3, p. 392-399, 2011.

BRANDÃO, LUIZ GUSTAVO NEVES; PEREIRA, LUIZ GUSTAVO RIBEIRO; AZEVEDO, JOSÉ AUGUSTO GOMES. Efeito de aditivos na composição bromatológica e qualidade de silagens de coproduto do desfibramento do sisal. Efeito de aditivos na composição bromatológica e qualidade de silagens de coproduto do desfibramento do sisal, **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, ed. 9, p. 2991-2999, 2013.

BRYANT, M.P. Nutritional requirements of the predominant rumen cellulolytic bacteria. **Federation Proceedings**, v.32, n.7, p.1809-1813, 1973.

CLEMENTE, JOÃO VITOR FERNANDES. **Mucilagem de sisal (Agave sisalana, Perrine) ensilada para alimentação de caprinos e ovinos**. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. Tese (Doutorado em Zootecnia), 2021.

COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livrocetes, 1979. 380p.

DETMANN, E., SOUZA, M.A., VALADARES FILHO, S.C. 2012. **Métodos para análise de alimentos**. Visconde do Rio Branco, MG.

DIRKSEN, G.; BREITNER, W. 1993. A New Quick-Test for Semi quantitative Determination of Beta-Hydroxybutyric Acid in Bovine Milk. **Journal of Veterinary Medical Science**. 40, 1- 10, 779-784, DOI: 10.1111/j.1439-0442.1993.tb00694.x.

BOUDA, JAN; QUIROZ-ROCHA, GERARDO F. Acidose Ruminal Crônica e Diagnóstico Diferencial de Transtornos Ruminais1. **Uso de provas de campo e laboratório clínico em doenças metabólicas e ruminais dos bovinos**, p. 31, 2000.

BOTURA, M. B. **Avaliação anti-helmíntica e toxicológica de extratos e frações do resíduo de Agave sisalana Perr. (SISAL) sobre nematoides gastrintestinais de caprinos.** Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana. Tese (Doutorado em Biotecnologia), p.110, 2011.

CAVALCANTE, MARIA ANDRÉA BORGES et al. Níveis de proteína bruta em dietas para bovinos de corte: parâmetros ruminais, balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 203-210, 2006.

FAUSTINO, THAILSON FERNANDO et al. Utilização da silagem de grão de sorgo reidratado na alimentação animal. **Nucleus Animalium**, v. 10, n. 2, p. 47-60, 2018.

GUIM, ADRIANA et al. Estabilidade aeróbica de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) emurhecido e tratado com inoculante microbiano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 2176-2185, 2002.

HOMEM JR, A.C.; EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L.; GONÇALVES, J. DE S.; SANTOS, V.C.; SATO, R.A. 2010. Grãos de girassol ou gordura protegida em dietas com alto concentrado e ganho compensatório de cordeiros em confinamento. **Revista Brasileira Zootecnia** 39, 563- 571.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal 2020**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021.

INFORMATIVO SISAL BRASIL MARÇO/2021 – FL. 3 / 3.
<https://www.cosibra.com.br/painel/userfiles/Sisal%20Brasil%20-%20Informativo%20T2021.pdf> acessado em 20.04.2022.

IGÑIGUEZ-COVARRUBIAS, G.; LANGE, S.E.; ROWELL, R.M. Utilization of byproducts from the tequila industry: part 1: agave bagasse as a raw material for animal feeding and fiberboard production. **Bioresource Technology**. v.77, p.25-32, 2001.

ÍTAVO, C.C.B.F. et al. Effect of microbial inoculation on the fermentative parameters and chemical composition of high moisture corn and sorghum grain silages. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.655-664, 2006.

KAMRA, D.N. Rumen microbial ecosystem. **Current Science, Bangalore**, v.89, p.124-136, 2005.

KENWARD, M. G.; ROGER, J. H. 1997. Small sample inference for fixed effects from restricted maximum likelihood. **Biometrics**. 53, 983–997, DOI: 10.2307 / 2533558.

KOIKE, S.; KOBAYASHI, Y. Fibrolytic Rumen Bacteria: **Their Ecology and Functions.** **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, Seoul, v.22, n.1, p.131-138, 2009.

KÜSTER, A.; MARTÍ, J. F.; MELCHERS, INGO. **Tecnologias Apropriadas para Terras Secas - Manejo sustentável de recursos naturais em regiões semi-áridas no Nordeste do Brasil** - Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, GTZ 2006, 212p.

LACERDA, MARIA REGINA BELTRÃO et al. Características físicas e químicas de substratos à base de pó de coco e resíduo de sisal para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth). **Revista Árvore**, v. 30, p. 163-170, 2006.

LUTTGE, U. Ecophysiology of Crassulacean Acid Metabolism (CAM). **Annals of Botany**, v.93, p.629-652, 2004. DOI: doi.org/10.2307/43576018.

MARTIN, A. R. et al. Caracterização química e estrutural de fibra de sisal da variedade *Agave sisalana*. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 19, n. 1, p. 40–46, 2009.

MARDEN, J.P.; BAYOURTHE, C.; ENJALBERT, F.; MONCOULON, R. A new device for measuring kinetics of ruminal pH and redox potential in dairy cattle. **Journal of Dairy Science, Champaign**, v. 88, p. 277-281, 2005.

MERTENS. D. R., Regulation of forage intake. In: FAHEY, Jr; **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madson: American Society of Agronomy, 1994. P.450- 493.

MCDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2. ed. Marlow: Chalcombe,. 340p. 1991

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Ruminant nitrogen usage**. Washington, D.C.: 1985. 138p.

OWENS, F.N., GOETSCH, A.L. 1988. Ruminal fermentation. In: CHURCH, D.C. The ruminant animal digestive physiology and nutrition. Englewood Cliffs: O. & Books Inc. p.146-171.

PAIVA, J. A. de J.; VALE, O. E. do; MOREIRA, W. M.; SAMPAIO, A. O. **Utilização do resíduo do desfibramento do sisal (*Agave sisalana*, Perrine) na alimentação de novilhos**. Salvador: EPABA, 7p. (EPABA, Boletim de Pesquisa, 5). 1986.

PEDREIRA, ERNANI MACEDO. **Avaliação de silagens de mucilagem de sisal, aditivadas com fubá de milho e níveis crescentes de uréia**. 2013.

PELIZER, LÚCIA HELENA; PONTIERI, MÁRCIA HELENA; MORAES, IRACEMA DE OLIVEIRA. Utilização de resíduos de redução do impacto ambiental. utilização de resíduos agroindustriais em processos biotecnológicos como perspectiva de redução do impacto ambiental, **Journal of Technology Management and Innovation**, v. 2, ed. 1, p. 118 - 127, 2007.

PESSOA, Ricardo Alexandre Silva et al. Diferentes suplementos associados à palma forrageira em dietas para ovinos: consumo, digestibilidade aparente e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 3, p. 508-517, 2013.

PINHEIRO, DIEGO NOVAIS. **Silagem de mucilagem de sisal aditivada com farelo de algaroba**. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), p.16, 2019.

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.

RENNÓ, LUCIANA NAVAJAS. **Consumo, digestibilidade total e parcial, produção microbiana, parâmetros ruminais e excreções de uréia e creatinina em novilhos alimentados com dietas contendo quatro níveis de uréia ou dois níveis de proteína.** Tese (Pós Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa, p.66, 2003.

RIET-CORREA, BEATRIZ ET AL. Sistemas produtivos de caprinocultura leiteira no semiárido paraibano: caracterização, principais limitantes e avaliação de estratégias de intervenção. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 33, p. 345-352, 2013.

RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3551-3561, 1992.

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

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

SANTOS, MYKAELLI ANDRADE. Análise exploratória de constituintes inorgânicos em tecido, líquido ruminal e fezes de bovinos da raça nelore (*Bos Taurus Indicus*). **Embrapa Pecuária Sudeste-Tese/dissertação (ALICE)**, 2020.

SANTOS, R. D. ET AL. Consumo e desempenho produtivo de ovinos alimentados com dietas que continham coprodutos do desfibramento do sisal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 6, p. 1502-1510, 2011.

SILVA, O.R.R.F. da; CARVALHO, O.S.; MOREIRA, J. de A.N.; **Peneira rotativa CNPA, uma alternativa para o aproveitamento da mucilagem na alimentação animal.** Campina Grande: EMBRAPA - CNPA, 1998. 15p. (EMBRAPA CNPA. Boletim de Pesquisa, 36).

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE - **SAS User's guide: statistics.** 2011. Versão 9.3 Cary, NC: SAS.

SUDENE, DELIMITAÇÃO DO SEMIÁRIDO. **Diário Oficial da União - Resolução nº 115: Sudene**, 23 nov. 2017. Disponível em: <http://www.sudene.gov.br/delimitacao-do-semiarido>.

TOLÊDO FILHO, R. D.; NASCIMENTO, J. W. B. & BARRETO, R. L. – in: **Anais do XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, Santa Maria, RS (1992).

TOSI, H.; RODRIGUES, L. R. de A.; JOBIM, C.C.; OLIVEIRA, M.D.S.; SAMPAIO, A.A.M.; ROSA, B. Ensilagem do capim elefante cv. Mott sob diferentes tratamentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.6, p.909-916, 1995.

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

VOLTOLINI, T.V; NEVES, A.L.A; GUIMARÃES FILHO, C; NOGUEIRA, D.M. **Alternativas alimentares e sistemas de produção animal para o semiárido brasileiro.** Livro: Alternativas alimentares e sistemas de produção animal para o semiárido brasileiro: **EMBRAPA**, 2010. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/861978/alternativas-alimentares-e-sistemas-de-producao-animal-para-o-semiarido-brasileiro>.

WILKINSON, J.M. Silage made from tropical and temperate crops. 2. Techniques for improving the nutritive value of silage. **World Animal Review**, v.46, p.35-40. 1983.

WILLIAMS, A.G.; COLEMAN, G.S. **The rumen protozoa.** New York: Springer-Verlag, 441p, 1992.


WOOLFORD, M. **Ciência e tecnologia na produção de silagem.** Kentucky: Alltech Biotechnology Center, 1999.

ZEOULA, Lúcia Maria et al. Mandioca e resíduos das farinhas na alimentação de ruminantes: pH, concentração de N-NH₃ e eficiência microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1582-1593, 2002.

ZAMUDIO, D.M.; PINOS-RODRIGUEZ, J.M.; GONZALEZ, S.S.; ROBINSON, P.H.; GARCIA, J.C.; MONTANEZ, O. Effects of Agave salmiana Otto Ex Salm-Dyck silage as forage on ruminal fermentation and growth in goats. **Animal Feed Science and Technology**, v.148: p.1-11. 2009.

8. APÊNDICE

Figura 8. Documento emitido pela Comissão de Ética no Uso animal.




UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n.
Dois Irmãos - CEP: 52171-900 - Recife-PE

CEUA - UFRPE
Aprovado em: 18/04/2018
Validade: 18/04/2020

Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA – B-02
Licença condicional para o uso de animais em experimentação e/ou ensino

A Comissão de ética no uso de animais CEUA da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no uso de suas atribuições, autoriza a execução do projeto discriminado abaixo. O presente projeto também se encontra de acordo com as normas vigentes no Brasil, especialmente a Lei 11794/2008.

Número da licença	034/2018
Número do processo	23082.007627/2018-61
Data de emissão da licença	18 de abril de 2018
Título do Projeto	“Silagens de Resíduos agroindustriais para alimentação de ruminantes.”.
Finalidade (Ensino, Pesquisa, Extensão)	Pesquisa
Responsável pela execução do projeto	Adriana Guim
Colaboradores	Francisco Fernandes Ramos Carvalho; João Ismerio dos Santos Monnerat; João Vitor Clemente; Manoel Francisco de Sousa.
Tipo de animal e quantidade total autorizada	Espécie: Ovino- SPRD Quantidade: 72 machos. Total: 72’.


 Prof.ª Dra. Marleyne Amorim
 Presidente CEUA/UFRPE
 SIAPE 384977

Prof.ª Dra. Marleyne José Afonso Accioly Lins Amorimá
 (Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA /UFRPE)