



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUACAO
PROGRAMA DE PÓS- GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**ASPECTOS METABÓLICOS E NUTRICIONAIS EM OVINOS ALIMENTADOS
COM DIETAS CONTENDO SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR ADITIVADA COM
FARELO DE MAMONA DESTOXIFICADO**

VALDELIRA LIMA DE LIRA

RECIFE-PE
JANEIRO/2020

VALDELIRA LIMA DE LIRA

**ASPECTOS METABÓLICOS E NUTRICIONAIS EM OVINOS ALIMENTADOS
COM DIETAS CONTENDO SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR ADITIVADA COM
FARELO DE MAMONA DESTOXIFICADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Nutrição e Produção animal.

Comitê de orientação :

Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho (UFRPE)

Prof^a. Dra. Aline Cardoso Oliveira (UFAL)

Prof. Dr. Dorgival Moraes de Lima (UFAL)

RECIFE-PE
JANEIRO/2020

VALDELIRA LIMA DE LIRA

**ASPECTOS METABÓLICOS E NUTRICIONAIS EM OVINOS ALIMENTADOS
COM DIETAS CONTENDO SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR ADITIVADA COM
FARELO DE MAMONA DESTOXIFICADO**

**Dissertação defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 30 de janeiro
de 2020**

Orientador:

Prof.º Dr.º Francisco Fernando Ramos de Carvalho

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Examinadores:

Profª Drª Antonia Sherlânea Chaves Vêras

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Drª Kelly Cristina dos Santos (PNPD/UFRPE)

Universidade Federal Rural de Pernambuco

RECIFE – PE
JANEIRO-2020

BIOGRAFIA

Valdelira Lima de Lira, filha de Lionel Lima de Lira e Juliene Neponuceno da Veiga, nasceu em Abreu e Lima, Pernambuco, em 29 de setembro de 1984. Ingressou no curso de zootecnia no ano de 2008, na Universidade Federal Rural de Pernambuco, concluindo o mesmo em 20 de março de 2015, obtendo o título de zootecnista pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, em julho de 2015. Em julho de 2017, ingressou no curso de Mestrado em zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, concentrando seus estudos na área de Produção/Nutrição animal, finalizando as atividades em 30 janeiro de 2020.

Aos meus pais e companheiro,

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por cada dia de vida, pela saúde, força e perseverança e pelo eterno aprendizado.

Aos professores, que me acompanharam ao longo da minha formação e, em especial, ao professor Francisco (Chico), pela paciência e por ter me acolhido como orientanda.

A Juliana Ferreira, pela grande ajuda e companheirismo nos momentos mais difíceis. Te agradeço demais.

A todos que dedicaram um pouco do seu tempo para me ajudar, em especial o Michel do Vale, Luciana Neves e Érica Carla. Meus sinceros agradecimentos.

À minha mãe, Juliene, pelo incentivo, amor e apoio incondicional.

Ao meu padrasto, Ernando, por todo esforço e amor a mim dedicados até o último dia de sua vida. Não tenho palavras para expressar o quanto lhe sou grata por tudo.

Ao meu companheiro, Francisco Antônio, pelo apoio incondicional, pela palavra sábia, pelo abraço reconfortante e por sempre me fazer sorrir nos momentos difíceis. Obrigada por existir.

À UFRPE e ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia. Sou grata a todo corpo docente, à direção e administração dessa instituição.

À CAPES, pela concessão do auxílio financeiro, tornando possível a realização do meu sonho.

A todos que, direta e indiretamente, contribuíram para a conquista de mais um título.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	9
LISTA DE FIGURAS.....	10
1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	13
2. INTRODUÇÃO.....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
5. CONCLUSÃO.....	35
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA	35

LISTA DE TABELA

Tabela 1- Proporção dos ingredientes nas silagens (%MN) e Composição química das silagens (g/kg de MS).....	16
Tabela 2-- Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais em (g/Kg de MS).....	17
Tabela 3- Consumo de nutrientes em ovinos alimentados com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar aditivada com farelo de mamona destoxificado.....	23
Tabela 4- Coeficiente de digestibilidade de dietas contendo silagem de cana-de-açúcar aditivada com farelo de mamona destoxificado em ovinos.....	24
Tabela 5- Ingestão de água e balanço hídrico em ovinos alimentados com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar aditivada com farelo de mamona destoxificado (kg/dia).....	26
Tabela 6- Parâmetros sanguíneos de ovinos alimentados com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar aditivada com farelo de mamona destoxificado.....	27
Tabela 7- Comportamento ingestivo, mastigações meréricas e eficiência alimentar e ruminal (g MS e FDN/h) de ovinos alimentados com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar aditivada com farelo de mamona destoxificado.....	30
Tabela 8- Parâmetros ruminiais de ovinos alimentados com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar aditivada com farelo de mamona destoxificado.....	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Valores de N-NH₃ do líquido ruminal em função do tempo de coleta.....33

Figura 2. Valores de pH do líquido ruminal em função do tempo de coleta.....34

RESUMO

O farelo de mamona apresenta potencial para ser utilizado como aditivo na silagem de cana-de-açúcar e na alimentação de ruminantes. Objetivou-se avaliar o efeito da silagem de cana-de-açúcar contendo farelo de mamona destoxificado (*Ricinus communis L.*) em rações para ovinos sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes, ingestão de água, comportamento ingestivo, parâmetros séricos e ruminais. Foram utilizados cinco ovinos machos sem raça definida, com peso médio de 31 Kg, dispostos em um delineamento quadrado latino 5 x 5. Foram testados cinco níveis (0%, 5%, 10%, 15%, 20%) de inclusão de farelo de mamona destoxificado (FMD) na silagem de cana-de-açúcar. O consumo dos nutrientes foi influenciado positivamente pelos níveis de inclusão do FMD na silagem de cana-de-açúcar e influenciou negativamente na digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro e carboidratos não fibrosos. A inclusão do FMD na silagem de cana-de-açúcar proporcionou aumento linear nas concentrações séricas de glicose e magnésio, bem como influenciou o comportamento ingestivo dos animais, aumentando a eficiência de alimentação e ruminação da MS e eficiência de ruminação da FDN. O FMD favoreceu o ambiente ruminal, mantendo os valores de pH dentro dos limites de normalidade e promoveu redução nas concentrações de NH₃ do fluido ruminal. O FMD pode ser utilizado na dieta de ovinos, como aditivo de silagem de cana-de-açúcar e no limite de até 20%.

Palavras-chave: farelo de mamona, metabolismo, ovino, consumo, digestibilidade.

ABSTRACT

Mamona's farelo has potential to be used as an additive in silagem de cana-de-açúcar and na ruminants feed. The objective was to evaluate the effect of silagem de cana-de-açúcar containing detoxified mammal farelo (*Ricinus communis* L.) in sheep feed, on nutrient consumption and digestibility, water intake, ingestive behavior, serum and ruminal parameters. Foram used five male sheep, without definite race, with a medium weight of 31 Kg, available in a 5 x 5 Latin square layout. Foram tested five levels (0%, 5%, 10%, 15%, 20%) of inclusion of farelo detoxified mamona (MDF) na silagem de cana-de-açúcar. The consumption of nutrients were positively influenced by MDF levels of MDF inclusion in Cana-de-Açúcar silagem, and negatively influenced the digestibility of dry matter, organic matter, crude protein, neutral detergent fiber and non-fibrous carbohydrates. The MDF included in the Sugarcane silage provided a linear increase in the serum concentrations of glucose and magnesium, in addition to influencing the ingestive behavior of the animals, increasing the efficiency of feeding and rumination of MS and efficiency of rumination of the FDN. The MDF favored the rumen environment, maintaining pH values within normal limits and promoted a reduction in the concentrations of NH₃ in the rumen fluid. MDF can be used in the diet of sheep, as a sugar cane silage additive and up to 20%.

Keywords: castor meal, metabolism, sheep, intake, digestibility

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e o aumento da demanda por etanol oriundo de fontes renováveis torna a sua produção uma atividade de grande importância para o agronegócio brasileiro. De acordo com o levantamento feito pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a produção de cana-de-açúcar de 2019/20 foi de 642,72 milhões de toneladas, com 8,48 milhões ha plantados.

A cana-de-açúcar *in natura* é utilizada como recurso forrageiro na alimentação de ruminantes como alternativa para minimizar os custos e suprir as necessidades nutricionais nos períodos de escassez devido a sua alta produção de matéria seca (25 a 40 t/ha) e alta concentração de energia (Ávila et al., 2014). Porém, não deve ser utilizada como volumoso exclusivo e sem suplementação proteica, pois apresenta baixo teor de proteína e minerais, além de fibra de baixíssima qualidade (SIQUEIRA et al., 2008).

A ensilagem é uma excelente forma de conservação das forragens, aumentando a oferta de volumoso ao longo do ano. No entanto, a silagem de cana-de-açúcar apresenta como limitação a fermentação alcoólica devido ao elevado conteúdo de carboidratos solúveis, esta fermentação alcoólica, que além de levar a uma significativa perda de energia, ao passar de sacarose para álcool, a volatilização deste composto acarreta elevadas perdas de MS, do valor nutritivo da forragem e provoca diminuição do consumo pelo animal (SCHMIDT et al., 2007). Deste modo, torna-se necessária a utilização de aditivos que possibilitem menos perda do valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar.

A ricinocultura é cultivada com excelentes resultados em diversas regiões do Brasil. A safra de 2019 no cultivo da mamona foi de 34,5 mil ha com 19,8 mil t e a

produção nacional está concentrada no estado da Bahia, com 67% (CONAB, 2019). O crescimento gradual do biodiesel na matriz energética mundial cria necessidade de estudos sobre a utilização dos coprodutos gerados nesta cadeia produtiva na alimentação animal, sobretudo para pequenos ruminantes.

O farelo de mamona, obtido a partir da extração do óleo pelo processo químico com solvente, sendo bastante utilizado como adubo para a agricultura, apresenta características nutricionais favoráveis para ser utilizado como aditivo na silagem de cana-de-açúcar e na alimentação de ruminantes (SEVERINO, 2005). O farelo de mamona apresenta em média 90,07% de matéria seca e 35,78% de proteína bruta (DINIZ et al., 2011).

No entanto, devido à presença de uma proteína tóxica, a ricina, encontrada em maior quantidade no endosperma das sementes de mamona e, em menor quantidade, em outras parte da planta (ALEXANDER et al., 2008), é necessário que tanto a torta quanto o farelo passem por um processo de dextoxificação antes de serem utilizados na alimentação animal.

2. INTRODUÇÃO

Na criação de animais como os ruminantes, a alimentação tem papel primordial e deve ser a primeira preocupação dentro do sistema e o período seco do ano, caracterizado pela baixa produção de forragens, interfere diretamente na cadeia produtiva. É no período de seca que a cana-de-açúcar apresenta aumento de maturação e melhoria do valor nutritivo, tornando sua utilização, tanto *in natura* como na forma de silagem, como recurso forrageiro na alimentação de ruminantes de fundamental importância.

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com produção de 642,72 milhões de toneladas, com mais de 8 milhões de ha plantados em 2019

(CONAB,2019). Por apresentar grande quantidade de carboidratos solúveis, a cana-de-açúcar é altamente susceptível a atividade de leveduras e essas, em ambiente anaeróbio, causam perdas significativas em função da fermentação alcoólica (LIMA et al., 2007).

O objetivo da utilização de aditivos na silagem de cana-de-açúcar é reduzir a excessiva produção de etanol e manter a qualidade do alimento. Dentre os aditivos que podem ser utilizados estão os aditivos sequestrantes de umidade, que visam ao ajuste do teor de matéria seca da silagem e à melhoria na qualidade nutricional.

Por diluição, quanto maior a qualidade do sequestrante usado, menor o teor de FDN e maior a digestibilidade da MS, o que leva ao maior consumo e desempenho de ruminantes (SCHMIDT et al., 2014). Por possuir alto teor de matéria seca, o farelo de mamona apresenta características desejáveis, como aditivo para ensilagem de gramíneas com elevado teor de umidade, como a cana-de-açúcar.

Oliveira et al. (2019), avaliando o comportamento alimentar de ovinos alimentados com silagem de cana-de-açúcar enriquecida com farelo de mamona desintoxicado, observaram diminuição nos teores de FDN, aumento nos teores de matéria seca e proteína bruta das silagens.

Nesse contexto, objetivou-se avaliar o consumo e digestibilidade de nutrientes, ingestão de água, parâmetros séricos, comportamentais e ruminais de ovinos recebendo dietas contendo silagem de cana-de-açúcar aditivada com farelo de mamona destoxificado.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Campus Arapiraca (Alagoas), de latitude 09° 45' 09" S, longitude 36° 39' 40" W, altitude de 264 m, e área de 367,5 Km², localizado na mesorregião Agreste. O município de

Arapiraca tem um clima tropical com temperatura média de 23,7°C e média anual de pluviosidade de 752 mm.

Foram utilizados cinco ovinos sem raça definida, machos, não castrados, com peso corporal médio de 31 kg, os quais foram pesados, tratados contra endo e ectoparasitas, vacinados, pesados e identificados com colares de cores distintas antes do período experimental, sendo alojados em gaiolas de metabolismo providas de bebedouros e comedouros, situadas em galpão coberto.

O experimento teve duração de 85 dias, com cinco períodos de 17 dias, sendo 12 dias para a adaptação dos animais às instalações, à dieta e à rotina de manejo, e cinco dias de coletas para avaliação dos parâmetros.

Tabela 1. Proporção dos ingredientes nas silagens (%MN) e composição química das silagens (g/kg de MS)

Ingredientes	Proporção dos ingredientes nas silagens				
	Níveis de inclusão de farelo de mamona (%MN)				
	0	5	10	15	20
Silagem-de-cana	60	57	54	51	48
Farelo de mamona	0	3	6	9	12
Matéria seca ¹	224,7	263,2	288,4	317,8	335,6
Matéria orgânica	966,2	943,0	942,6	924,3	913,0
Matéria mineral	33,7	56,9	57,30	75,6	86,90
Proteína bruta	20,2	70,9	84,9	104,5	120,5
Extrato etéreo	17,9	19,2	20,40	17,3	17,90
Fibra em detergente neutro ²	751,3	616,5	586,8	531,7	526,0
Fibra em detergente ácido	491,7	411,9	410,1	382,6	379,2
Carboidrato não fibroso	176,6	236,4	250,5	270,7	248,5

¹ g/kg de matéria natural; ² Corrigida para proteína e cinza.

As dietas fornecidas aos animais foram formuladas para atender à exigência de manutenção com base no NRC (2007). A relação volumoso:concentrado foi de 60:40,

onde o volumoso utilizado foi a silagem de cana-de-açúcar (SCA) com e sem farelo de mamona destoxificado (FMD). O farelo de mamona destoxificado foi misturado à cana-de-açúcar no momento da ensilagem, nos níveis de 0, 5, 10, 15 e 20% de substituição da cana pelo farelo. O concentrado teve como ingredientes farelo de milho, farelo de soja e mistura mineral. As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, às 8h (60% do total ofertado no dia) e às 15h (40% do total ofertado no dia). Durante todo período de confinamento nas gaiolas de metabolismo, foi efetuado o ajuste da oferta, proporcionando 10% de sobras para todos os animais. O consumo foi determinado pela diferença entre a quantidade fornecida e as sobras diárias.

Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais em (g/kg de MS)

Ingredientes	Níveis de inclusão de farelo de mamona (%MN)				
	0	5	10	15	20
SC aditivada com FMD	600,0	600,0	600,0	600,0	600,0
Grão de milho moído	107,5	173,0	230,0	299,0	321,0
Farelo de soja	267,5	202,0	145,	76,00	54,00
Mistura mineral	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Composição química					
Matéria seca ¹	48,79	51,03	52,48	54,17	55,21
Matéria orgânica	93,58	93,88	92,72	91,94	91,36
Matéria mineral	3,90	4,99	4,76	5,55	6,12
Proteína bruta	14,13	14,74	13,46	12,07	12,21
Extrato etéreo	1,33	1,43	1,52	1,36	1,35
Fibra em detergente neutro ²	53,25	44,98	43,03	39,53	39,12
Fibra em detergente ácido	33,83	28,26	27,47	22,99	24,52
Carboidratos não fibrosos	24,85	27,74	34,69	38,52	38,60
Nutrientes digestíveis totais	66,17	71,74	72,53	77,01	75,48

¹g/kg de matéria natural; ²corrigida para proteína e cinzas; FMD: farelo de mamona destoxificado; SC: silagem de cana-de-açúcar; Componentes do premix mineral: Fosfato bicálcico, calcário, sal comum, flor de enxofre, sulfato de zinco, sulfato de cobre, sulfato de cobalto, sulfato de manganês, iodato de potássio, selenito de sódio.

No último dia de cada período experimental, os animais foram pesados para o monitoramento da variação de peso corporal (VPC).

O farelo de mamona foi destoxificado previamente com solução de hidróxido de cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), onde cada 1 kg de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ foi diluído em 10 litros de água e aplicado na quantidade de 60g por kg do farelo, na base da matéria natural, conforme recomendado por Oliveira et al.(2007). Após a mistura do farelo de mamona com a solução de $\text{Ca}(\text{OH})_2$, o material ficou em repouso por um período de 12 horas. Posteriormente, foi feita a secagem por meio de exposição ao Sol. A silagem de cana-de-açúcar (RB07302) foi armazenada em sacos plásticos com capacidade para 50 litros, por 60 dias.

Nos cinco dias destinados à coleta de dados, foram obtidas amostras de sobras da dieta ofertada, dos alimentos que compõem a dieta e das fezes, para determinação do consumo e digestibilidade. Para a determinação dos parâmetros metabólicos, foram coletadas amostras de sangue e líquido ruminal, assim como a mensuração da ingestão de água e do comportamento ingestivo.

As fezes foram obtidas pelo método de coleta total (CT), acumuladas em sacos plásticos adaptados às gaiolas de metabolismo. O esvaziamento dos sacos foi realizado a cada 24 horas, seguido da homogeneização e pesagem do material. Foram retiradas amostras de 10% do total de fezes produzidas, que foram colocadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenados sob congelamento à temperatura de -10°C .

Para o processamento, as amostras dos alimentos, das sobras e das fezes foram descongeladas e homogeneizadas individualmente, de acordo com o tratamento, períodos e animal, perfazendo as amostras compostas, que depois foram pré-secas em estufas de ventilação forçada de ar, com temperatura controlada a 55°C , por um período de 72 horas. Após a pré-secagem, todo o material foi moído em moinho de faca com peneira de crivos de 1 mm para realização das análises laboratoriais. Em seguida, as

amostras compostas foram acondicionadas em recipientes hermeticamente fechados e previamente identificados.

As amostras foram analisadas no Laboratório de Nutrição Animal da UFRPE, para determinação de matéria seca (MS) (Método 934.01; AOAC, 2000), matéria mineral (MM) (por incineração a 600° durante 4 horas), proteína bruta (PB) (nitrogênio total, utilizando-se o procedimento microKjeldahl), extrato etéreo (EE) (Método de Goldfish, extração com éter de petróleo), bem como as análises de fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, fibra insolúvel em detergente ácido, conforme metodologia descrita por Detmann et al. (2012).

O consumo e teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas foram estimados segundo a equação descritas por Sniffen et al.(1992), conforme a equação: $NDT = \%PBD + 2,25 \times \%EED + \%CNFD + \%FDND$. Em que: PB= proteína bruta; EE= extrato etéreo; MM= matéria mineral; PBD= Proteína Bruta Digestível; EED = extrato etéreo Digestível; CNFD = carboidratos não fibrosos digestíveis e FDND = fibra em detergente neutro corrigida para proteína e cinzas digestível. $NDT (\%) = (\text{Consumo de NDT}/\text{Consumo de MS}) \times 100$.

Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados como: $CNF (\%) = 100 - (PB + FDNcp + EE + MM)$ segundo Detmann e Valadares Filho (2010).

O coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes foi determinado pela fórmula descrita por Coelho da Silva & Leão (1979): $CDA = [(\text{kg nutriente ingerido} - \text{kg nutriente excretado}) / \text{kg nutriente ingerido}] \times 100$.

A coleta de sangue dos animais foi realizada por punção da veia jugular, no quarto dia de coleta de cada período, quatro horas após a alimentação da manhã, por meio de tubos Vacutainer com ativador de coágulo para obtenção do soro e com anticoagulante (EDTA) para obtenção do plasma, para determinação dos parâmetros

sanguíneos. As amostras foram Centrifugadas a 5.000 rpm por 15 minutos, identificadas e armazenadas em minitubos Eppendorf e, em seguida, congelados em freezer. Posteriormente, os tubos contendo as amostras foram descongelados à temperatura ambiente e analisados para determinação das concentrações de ureia, creatinina, proteínas totais, albumina glicose, aspartato transaminase (AST), fosfatase alcalina (FA), alanina transaminase (ALT), gama glutamina transpeptidase (GGT), cálcio sérico e magnésio, utilizando-se kits comerciais (LABTEST, 1999), com auxílio de procedimentos colorimétricos, conforme indicados pelo fabricante.

Para determinação dos parâmetros ruminais, o líquido ruminal foi coletado no último dia de coleta de cada período experimental para determinação do pH e do nitrogênio amoniacal(N-NH₃). As amostras de líquido ruminal, aproximadamente 100 mL, foram obtidas por meio de sonda esofagiana, correspondendo à hora 0 (antes do fornecimento da ração), 2, 4, 6 e 8 horas após a alimentação matinal. O material foi filtrado em gaze dupla. O pH e a temperatura foram determinados imediatamente em potenciômetro digital. Alíquotas de 50 mL de fluido foram armazenadas em potes estéreis contendo 1 mL de ácido sulfúrico (1:1) e congelados para posterior determinação da concentração de (N-NH₃) realizada pela metodologia de Detmann et al. (2012).

Para a determinação da água ingerida, realizado nos cinco dias de coleta, a água foi fornecida *ad libitum*, uma vez ao dia, às 8h da manhã, em baldes plásticos adaptados aos bebedouros das gaiolas, com capacidade de 6 litros. O consumo da água foi determinado por meio de pesagem diária, registrando-se a diferença entre o peso da água restante e o peso da água fornecida no dia anterior. As perdas de água por evaporação foram registradas a partir de dois baldes com água, colocados estrategicamente na instalação, os quais foram pesados e reabastecidos nos mesmos

horários que os demais utilizados pelos animais. Os dados de evaporação foram utilizados para correção do consumo da água, segundo Souza et al. (2010).

A ingestão de água oriunda da alimentação foi estimada por meio da determinação do teor de matéria seca (MS) dos alimentos e das sobras, utilizando-se a equação: consumo de água do alimento = umidade contida no ofertado (kg) – umidade contida nas sobras (kg). Para estimar o consumo total de água (CTA), foram somados os valores de ingestão de água (balde) e a água proveniente da alimentação. A água total excretada foi estimada por meio da soma do volume de água excretada nas fezes e na urina. O balanço hídrico foi estimado pela subtração do total de água excretada em relação ao total de água consumida, em kg/dia.

No primeiro dia de coleta, foi realizado o comportamento ingestivo, para determinação das variáveis comportamentais (ócio, ruminando, comendo). Os animais foram observados visualmente por 24 horas, em intervalos de 5 minutos segundo metodologia descrita por Johnson; Combs. (1991). O galpão foi mantido sob iluminação artificial à noite, durante todo o período experimental. No mesmo dia foi feita a contagem de mastigações meréricas MMnb (nº/bolo) e do tempo despendido para ruminação de cada bolo MMtb (seg/bolo), com utilização de um cronômetro digital. Para as médias das mastigações e do tempo, foram feitas as observações de três bolos ruminais em três períodos diferentes do dia (10-12, 14-16 e 18-20h) para cada animal. O número de bolos foi obtido pela divisão do tempo total de ruminação pelo tempo médio para ruminar cada bolo, conforme descrito anteriormente. A eficiência de alimentação e ruminação, em g MS/h e FDN/h, foi calculada dividindo-se o consumo médio diário de MS e FDN pelo tempo total despendido em alimentação e/ou ruminação, durante 24h, respectivamente. Estas e outras variáveis determinadas neste experimento, como o número de bolos ruminais por dia (NBR), tempo gasto com

mastigações por bolo ruminal (MMtb) e número de mastigações por bolo ruminal (MMnb) foram obtidas conforme metodologia descrita por Bürger et al. (2000) e Polli et al. (1996).

O delineamento experimental foi o Quadrado Latino 5x5. Para as análises estatísticas as médias foram obtidas através da função LSMEANS do SAS, sendo o efeito de tratamento desdobrado em seus componentes linear e quadrático por meio de contrastes ortogonais polinomiais. Efeitos foram considerados significativos quando $P < 0,05$. As variáveis dependentes foram analisadas como um delineamento quadrado latino 5 x 5, utilizando-se o recurso PROC MIXED no software SAS 13 (versão 9.2), adotando 5% como o nível de probabilidade para erro de tipo I, conforme representado no seguinte modelo: $Y_{ijk} = \mu_{ijk} + T_i + P_j + A_k + e_{ijk}$

Y_{ijk} = é uma variável de resposta dependente contínua;

μ_{ijk} = é a média geral;

T_i = é o efeito fixo do tratamento ($j = 0\%, 5\%, 10\%, 15\%, 20\%$)

P_j = é o efeito do período

A_k = é o efeito aleatório do animal dentro do tratamento

e_{ijkl} = é o erro residual

A comparação entre a dieta contendo silagem sem farelo de mamona destoxificado com as dietas com silagem aditivada com farelo de mamona (5, 10, 15, 20 na matéria seca), foi realizada pelo teste de Dunnett, adotando-se o nível de ($P < 0,05$) de probabilidade. Utilizou-se o programa SAS.

O pH ruminal e o nitrogênio amoniacal foram analisados como os efeitos de medidas repetidas ao longo do tempo, adotando ($P < 0,05$) como o nível de probabilidade para erro de tipo I.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo de matéria seca apresentou efeito linear crescente entre os tratamentos ($P < 0,05$), com incremento de 28,55g/dia, respectivamente, para cada percentual de inclusão do FMD na silagem de cana-de-açúcar. O que denota que não houve rejeição do FMD por parte dos animais.

Tabela 3. Consumo de nutrientes em ovinos alimentados com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar aditivada com farelo de mamona destoxificado (g/dia)

Variável	Níveis de inclusão de FMD					EPM	P-valor	
	0	5	10	15	20		L	Q
MS	1035,52	1335,67*	1369,82*	1572,06*	1631,93*	109,05	<0000	0,179
MO ^b	984,06	1236,13*	1303,90*	1452,73*	1537,90*	101,10	<,000	0,330
PB ^c	153,23	204,69*	187,29*	195,03*	208,84*	13,17	0,002	0,134
EE ^d	14,02	18,47*	21,76*	21,73*	24,41*	1,430	<,000	0,068
FDN ^{pc} e	534,22	577,17	573,51	595,99	636,68*	44,26	0,047	0,859
CNF ^f	263,71	421,12*	500,85*	630,39*	660,55*	41,14	0,000	0,047
NDT ^g	663,60	843,65*	860,52*	933,57*	1018,91*	73,40	0,000	0,504

EPM: erro padrão da média; L: efeito linear; Q: efeito quadrático; *Médias seguidas por asterisco diferem da testemunha a ($P < 0,05$) de probabilidade pelo teste de Dunnett; MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN: fibra em detergente neutro corrigida para proteína e cinzas; a: $1103,15840 + 28,58416 * X$; b: $1038,09000 + 26,48564 * X$; c: $169,50720 + 2,03104 * X$; d: $15,27440 + 0,48056 * X$; e: $538,76540 + 4,47468 * X$; f: $265,49174 + 31,75647 * X$; g: $833,31320 + 24,11236 * X$.

O consumo dos demais nutrientes da dieta MO, PB, EE, FDNcp, CNF, NDT, também apresentaram efeito linear crescente com respectivos valores, 2,03, 0,480, 4,47, 24,11, 31,75 e 24,11 g/dia. Esse aumento pode estar associado ao aumento do consumo de MS, que sofreu influência do teor de FDN das dietas experimentais, que reduziu com o aumento dos níveis de inclusão do FMD na silagem e essa redução contribuiu para um maior consumo MS, uma vez que o enchimento ruminal é considerado um fator limitante para o consumo e a diminuição da fibra da dieta favorece o incremento de CNF, disponibilizando, assim, maior aporte de energia para o crescimento dos

microrganismos (VAN SOEST, 1994), além do aumento de CNF na composição das dietas experimentais (Tabela 2).

O nível 0% (sem FMD) apresentou os menores resultados para o consumo de MS g/dia e dos demais nutrientes em g/dia, em relação aos níveis crescentes de FMD. Esse resultado pode ser justificado pelo menor teor de MS e maior teor de FDN apresentado pela dieta sem FMD (Tabela 2).

A digestibilidade da MS, MO, PB e da FDN apresentou efeito linear decrescente ($P < 0,05$) (Tabela 4), estimando-se, respectivamente, redução de 0,31, 0,28, 1,01, 0,82% para cada percentual de inclusão de FMD na silagem. Esta redução na digestibilidade da MS, MO, PB e da FDN pode estar associada ao aumento no consumo de FDN (Tabela 3), o que pode ser justificado pela baixa digestibilidade da fibra da cana-de-açúcar e do farelo de mamona.

Tabela 4. Coeficiente de digestibilidade de dieta contendo silagem de cana-de-açúcar aditivada com farelo de mamona destoxificado em ovinos

Variável	Níveis de inclusão de FMD					RP M	P-valor	
	0	5	10	15	20		L	Q
MS % ^a	66,50	64,57	62,171	60,35*	60,74*	1,77	0,009	0,401
MO % ^b	70,46	67,66	66,05	63,60*	65,48	2,31	0,045	0,273
PB% ^c	89,62	85,46	75,52*	73,53*	70,24*	1,87	<,001	0,137
EE% ^d	65,26	74,87*	75,28*	72,90*	69,32	2,95	0,470	0,011
FDN % ^e	57,01	46,91*	46,12*	35,88*	41,78*	2,71	0,002	0,033
CNF% ^f	75,01	86,05*	84,04*	85,79*	86,30*	2,38	0,001	0,021

RPM : erro padrão da média; L: efeito linear; Q: efeito quadrático; *Médias seguidas por asterisco diferem da testemunha a ($P < 0,05$) de probabilidade pelo teste de Dunnett ; MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN: fibra em detergente neutro; CNF: carboidratos não fibrosos a: $66,01332 - 0,31475 * X$; b: $69,45164 - 0,28022 * X$; c: $89,012 - 1,0138 * X$; d: $66,13437 + 1,78937 * X - 0,08332 * X^2$; e: $57,060238 - 0,8298 * X$; f: $78,97432 + 0,44665 * X$.

Outro fator a ser levado em consideração é a competição entre digestão e taxa de passagem, segundo Van Soest (1994), o aumento significativo no consumo de MS

(Tabela 3) pode levar à ampliação na taxa de passagem, reduzindo a digestibilidade dos nutrientes, resultado semelhante ao observado por Santos et al. (2019), que observaram redução na digestibilidade da MS, PB, FDN e MO nas dietas contendo farelo de mamona extrusado na alimentação de cabras leiteiras.

A digestibilidade de carboidratos não fibrosos (CNF) apresentou efeito linear crescente ($P < 0,05$), com aumento de 0,44% para cada percentual de inclusão do FMD na silagem cana-de-açúcar. Esse efeito se deve ao aumento do teor de CNF e no decréscimo da FDN das dietas experimentais (Tabela 2). Os CNF, normalmente, são totalmente degradados no rúmen ou digeridos ao longo do trato gastrintestinal dos ruminantes e alimentos fibrosos podem reduzir a disponibilidade dos CNF que são protegidos pela parede celular (GONZAGA et al., 2015). Isso justifica o nível 0% (sem FMD) ter apresentado o menor valor de digestibilidade para o CNF em relação aos outros níveis, uma vez que a dieta com 0% de FMD apresentou o maior teor de FDN em sua composição (Tabela 2).

Os níveis de inclusão da silagem de cana-de-açúcar pelo FMD, na dieta de ovinos propiciou um efeito quadrático ($P < 0,05$) para a digestibilidade do extrato etéreo (EE). O maior percentual de digestibilidade de EE estimado pela equação de regressão (tabela 5) foi de 75,75% para o nível com 10% de FMD.

Borja et al. (2017) observaram aumento linear na digestibilidade do EE com a inclusão do farelo de mamona nas dietas de cordeiros em fase de terminação e Morales et al. (2012) verificaram que no líquido ruminal incubado, *in vitro*, com ácido ricinoleico houve redução da bio-hidrogenação por inibição do crescimento das bactérias *Butyrivibrio proteoclasticus*. O nível 0% (sem FMD) apresentou o menor valor de digestibilidade do EE em relação aos níveis com 5%, 10% e 15% de FMD, porém não se diferenciou do nível máximo de FMD que foi de 20%.

O balanço hídrico ou água retida (tabela 5) não foi influenciado pelos níveis de FMD. Também não houve efeito significativo ($P>0,05$) para o consumo de água ofertada, água da dieta e água total excretada. Porém, a água excretada nas fezes e na urina apresentou efeito linear crescente e decrescente, respectivamente.

Tabela 5. Ingestão de água e balanço hídrico em ovinos alimentados com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar aditivada com farelo de mamona destoxificado (kg/dia).

Variável	Níveis de inclusão de FMD					EPM	P-valor	
	0	5	10	15	20		L	Q
AO	1,84	2,17	2,16	2,14	2,33	0,302	0,135	0,703
AD	2,36	2,48	2,27	2,25	2,18	0,163	0,075	0,599
ATI	4,21	4,65	4,43	4,39	4,51	0,302	0,588	0,549
AEF ^a	0,860	1,26*	1,15*	1,56*	1,34*	0,121	0,002	0,081
AEU ^b	1,69	1,50	1,15*	0,955*	1,08*	0,165	0,001	0,152
ATE	2,55	2,76	2,29	2,52	2,42	0,188	0,345	0,910
BH	1,66	1,89	2,14	1,87	2,09	0,188	0,119	0,391

EPM: erro padrão da média; L: efeito linear; Q: efeito quadrático; *Médias seguidas por asterisco diferem da testemunha a ($P<0,05$) de probabilidade pelo teste de Dunnett; AO: água ofertada; AD: água da dieta; ATI: água total ingerida; AEF: água excretada nas fezes; AEU: água excretada na urina; ATE: água total excretada; BH: balanço hídrico; a: $0,98440+0,02516*X$; b: $1,6260-0,3512*X$.

Os animais que consumiram a dieta com nível 0% (sem FMD) apresentaram maior excreção urinária quando comparado com os níveis de 10, 15 e 20 de FMD. Esse fato pode ser explicado pelo maior teor de umidade da dieta sem FMD, pois essa dieta apresentou menor teor de MS na sua composição (Tabela 2). Porém, o aumento no teor de MS das dietas experimentais não foi suficiente para influenciar o consumo de água pelos animais. A maior excreção de água nas fezes pode estar relacionada a uma maior taxa de passagem, evidenciada anteriormente pelo aumento do consumo (Tabela 3) e diminuição na digestibilidade da MS, PB, FDN e MO (Tabela 4).

Os níveis de inclusão do FMD na silagem de cana-de-açúcar influenciou os teores de glicose e magnésio sérico ($P<0,05$) (Tabela 6), que apresentaram efeito linear crescente, com incremento de 0,46 e 0,028 mg/dL, respectivamente.

Tabela 6. Parâmetros sanguíneos de ovinos alimentados com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar aditivada com farelo de mamona destoxificado

Variável	Níveis de inclusão de FMD					EPM	P-valor	
	0	5	10	15	20		L	Q
GL (mg/dL) ^a	57,03	64,35	64,08	70,27*	65,58	3,172	0,034	0,151
Mg (mg/dL) ^b	3,10	3,69*	3,43	3,80*	3,75*	0,196	0,035	0,363
Ca (mg/dL)	10,10	10,58	10,46	10,71	10,68	0,387	0,232	0,605
ALT (UI/l)	16,46	19,06	19,35	19,20	15,62	2,467	0,791	0,080
AST (UI/l)	91,84	87,70	91,93	89,92	89,54	11,49	0,941	0,973
GGT (UI/l)	51,61	55,11	60,40	55,42	49,66	0,155	0,826	0,155
FA (UI/l)	176,2	220,58	209,91	230,03	199,79	21,14	0,330	0,097
UR (mg/dL)	45,41	50,90	44,56	39,05	45,65	4,58	0,423	0,854
ALB (g/dL)	3,00	3,06	3,18	3,12	3,12	0,095	0,245	0,332
PT (g/dL)	8,51	8,73	8,82	8,79	9,15	0,202	0,057	0,839

EPM: erro padrão da média; L: efeito linear; Q: efeito quadrático; *Médias seguidas por asterisco diferem da testemunha a ($P < 0,05$) de probabilidade pelo teste de Dunnett; GL: glicose; Mg: magnésio; Ca: cálcio; ALT: alanina aminotransferase; AST: aspartato aminotransferase; GGT: gama glutamil transferase; FA: fosfatase alcalina; UR: ureia; ALB: albumina; CRT: creatinina; PT: proteínas totais; a: $59,66044+0,46056*X$; b : $3,272+0,0282*X$

Este aumento nos teores de glicose pode estar relacionado ao aumento da digestibilidade do CNF (tabela 4), uma vez que os níveis de glicose sanguínea em ruminantes sofrem influência direta da elevação da fermentação propiônica ruminal (BORJA et al., 2017). Outro fator que pode ter contribuído para esse aumento linear da glicose foi a crescente participação do grão de milho moído na composição da dieta, conforme se aumentaram os níveis de FMD, o que pode ter permitido uma maior absorção de glicose intestinal. Segundo Kozloski. (2011), dietas contendo altas proporções de grãos de cereais, principalmente milho ou sorgo, quantidades significativas de amido podem passar pelo rúmen sem serem fermentadas e são

digeridas no intestino. Contudo, as concentrações observadas atendem aos limites normais para a espécie (50-80 mg/dL) (KANEKO et al., 2008).

Menezes et al. (2012) observaram médias de 69 mg/dL, antes da alimentação, não diferindo entre as dietas com diferentes níveis de farelo de mamona em substituição ao farelo de soja na dieta de ovinos. Resultados um pouco superiores aos observados neste estudo. O nível 0% (sem FMD) apresentou menor teor de glicose sérica se comparado ao nível com 15% de FMD, o que pode ser explicado pelo maior teor de CNF na composição da dieta total do nível com 15% de FMD (Tabela 2).

As concentrações de Mg encontram-se acima dos limites considerados normais para espécie ovina (2,2-2,8 mg/dL) (KANEKO, 2008). Vários fatores podem justificar esse aumento, tais como a maior disponibilidade do Mg nas forragens conservadas e nos concentrados do que nas pastagens, além do aumento da matéria mineral nas silagens (Tabela 1) e nas dietas experimentais (Tabela 2), conforme se aumentaram os níveis de inclusão do FMD. Isso explica o fato de os animais que consumiram a dieta com nível 0% (sem FMD) apresentarem a menor concentração de Mg sérico quando comparados ao animais que consumiram as dietas contendo FMD e o fato de os animais que receberam a dieta sem FMD terem apresentado o menor consumo de MS, também implicou em menor consumo de Mg.

Não houve efeito ($P>0,05$) para os demais parâmetros sanguíneos avaliados: Cálcio, Alanina aminotransferase (ALT), Aspartato aminotransferase (AST), Gama glutamil transferase (GGT), Fosfatase alcalina (FA), Ureia (UR), Albumina (ALB) e Proteínas totais (PT). No entanto, os valores médios de proteínas totais e da albumina encontram-se acima do considerado normal para espécie 6-7,90 e 2,40-3,0 (g/dL) (KANEKO,2008). As proteínas sanguíneas são sintetizadas principalmente no fígado e valores de proteínas totais abaixo do normal relacionam-se a dietas nutricionais

deficientes, o que diminui as concentrações sanguíneas de albumina (BRITO, 2006). Sendo a concentração de albumina sérica influenciada pelo status proteico (PEIXOTO; OSORIO, 2007), os resultados observados indicam que as dietas testadas podem ter disponibilizado aporte excessivo de proteínas para o metabolismo animal.

Os níveis de cálcio sérico encontram-se dentro do esperado para a espécie 7,6-12,8 (mg/dL) (Kaneko, 2008), indicando que o processo de destoxificação do farelo de mamona com solução de hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2), utilizado no presente trabalho, não interferiu no metabolismo desse mineral nos animais, resultado também observado por Menezes et al. (2012), que encontraram valor médio de 10,3 (mg/dL) em dietas para ovinos em que houve substituição parcial e total do farelo de soja pelo farelo de mamona destoxificado com 60 g de Ca(OH)_2 por quilograma de farelo de mamona.

As concentrações da ALT ficaram abaixo dos limites normais para a espécie (26-34 mg/dL) e as da GGT levemente acima (20-52 mg/dL) (KANeko,2008). Valores acima destes podem ser indicativo de degeneração das células hepáticas, uma vez que, quando essas células sofrem alguma lesão, essas enzimas têm suas concentrações aumentadas no sangue (THRALL, 2007). Borja et al. (2017) não observaram alterações nas enzimas AST, GGT, ALT com a inclusão de farelo de mamona nas dietas de cordeiros.

Para a avaliação da ureia, observa-se que em todos os níveis, exceto para o nível com 15% de inclusão do FMD na silagem de cana-de-açúcar, apresentaram concentração de ureia sanguínea um pouco acima da normalidade para a espécie (17-42 (mg/dL) (KANECO, 2008), sendo o valor médio encontrado 45,11 (mg/dL). Os valores de ureia sanguínea sofrem interferência de fatores não renais, como o teor de proteína da dieta (BIRGEL et al., 1982). Como o nível com 0% (sem FMD) também apresentou

valores elevados de ureia, isso pode expressar um desequilíbrio energia/proteína na dieta ofertada aos animais.

Não houve influência dos níveis de inclusão do FMD, na silagem de cana-de-açúcar, sob as variáveis comportamentais (Tabela 7), tempo despendido na alimentação (min/dia), ruminação (min/dia) e ócio (min/dia). Ainda que os níveis de FDN tenham apresentado decréscimo com a substituição do FMD pela silagem e aumento no teor de MS da dieta total, não interferiram nestas variáveis.

Tabela 7. Comportamento ingestivo, mastigações meréricas e eficiência alimentar e ruminal (g MS e FDN/h) de ovinos alimentados com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar aditivada com farelo de mamona destoxificado

Variável	Níveis de inclusão de FMD					EMP	P-valor	
	0	5	10	15	20		L	Q
Comportamento alimentar (Min/dia)								
Alimentação	291	308	302	326	318	23,06	0,145	0,720
Ruminação	641	595	578	613	594	27,61	0,401	0,325
Ócio	508	537	560	501	528	29,74	0,960	0,372
Mastigações meréricas								
NBR/dia	617,3	590,75	549,13	635,24	653,62	46,01	0,772	0,157
MMnb ^a	63,36	61,79	63,47	59,33	55,16*	4,01	0,014	0,182
MMtb /sg	43,02	41,17	42,32	42,72	40,72	2,57	0,597	0,878
Eficiência de alimentação (g MS e FDN/h)								
MS ^b	223,28	269,36	279,00	291,18	316,25*	32,16	0,007	0,613
FDN	115,39	116,37	116,91	110,17	123,42	13,72	0,772	0,670
Eficiência de ruminação (g MS e FDN/h)								
MS ^c	103,60	136,22*	149,62*	152, 11*	152,0	11,65	0,001	0,034
FDN ^d	50,08	58,15	59,65*	58,55	64,67*	4,18	0,007	0,561

EPM : erro padrão da média; L: efeito linear; Q: efeito quadrático; *Médias seguidas por asterisco diferem da testemunha a (P<0,05) de probabilidade pelo teste de Dunnett; NBR: número de bolos ruminais por dia; (MMnb): número de mastigações meréricas por bolo ruminal; (MMtb): tempo de mastigação merérica por bolo ruminal; MS: matéria seca; FDN: fibra em detergente neutro; a: $64,3992-0,37719*X$; b: $243,26324+ 4,1550*X$; c: $116,16852+2,25483*X$; d: $52,30612+0,59157*X$.

Gomes et al. (2017) que avaliaram o consumo, comportamento e desempenho em ovinos alimentados com dietas contendo torta de mamona submetida ou não a diferentes métodos de destoxificação, também não encontraram diferença entre os tratamentos para tempos de alimentação e ruminação com médias de 331 e 389 min/dia, respectivamente, observando diferença apenas para ócio dormindo, atribuindo tais resultados à ausência de variação significativa no consumo de MS e de FDN, resultados não observados neste trabalho.

Na Tabela 7 também é possível observar que a eficiência de alimentação e ruminação da MS aumentou linearmente, 4,15g/h e 2,25g/h respectivamente, com a substituição da silagem de cana-de-açúcar pelo FMD, o que pode estar relacionado ao aumento no consumo de MS apresentado pelos animais (Tabela 3), uma vez que a eficiência de ruminação da MS depende do nível de ingestão do alimento (CARVALHO et al.,2006). O aumento no consumo de FDN também pode ter influenciado na eficiência de ruminação, que aumentou linearmente 0,50g/h. Oliveira et al.(2019) também observaram que a inclusão do farelo de mamona destoxificado na silagem de cana-de-açúcar na dieta de ovinos Santa Inês promoveu comportamento linear positivo nas eficiências de alimentação e ruminação da MS e FDN g/hora. A diminuição dos teores de FDN nas dietas experimentais (Tabela 2) pode ter influenciado no número de mastigações por bolo que apresentou diminuição linear de 0,37 mastigações, mas não influenciou na eficiência de alimentação da FDN, assim como também não foi observada diferença na variável número de bolos ruminados por dia e no tempo gasto com mastigação por bolo ruminal, possivelmente devido à ausência de diferença entre os tempos de alimentação e ruminação.

Os animais alimentados com a dieta com nível 0% (sem FMD) apresentaram maior número de mastigações por bolo ruminal em relação ao nível máximo de inclusão

(20%) de FMD e menor eficiência de alimentação de MS, quando comparado aos níveis 15% e 20% de FMD. Também apresentaram menor eficiência de ruminação da MS em relação a todos os níveis contendo FMD. Esses resultados podem estar relacionados ao menor teor de MS e maior teor de FDN da dieta sem FMD.

As concentrações de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) (Tabela 8) apresentaram efeito linear decrescente, diminuindo 0,52 mg/100ml com a inclusão do FMD na silagem de cana-de-açúcar. Essa redução na concentração de amônia ruminal pode ser em decorrência de uma maior absorção de amônia pelo epitélio ruminal, uma vez que não houve variação no pH ruminal, e de uma maior incorporação de amônia pelos microrganismos ruminais, devido a maior participação do grão de milho nas dietas experimentais (Tabela 2) conforme se aumentaram os níveis do FMD.

Os produtos da degradação formados no rúmen, em particular a amônia, são usados por microrganismos na presença de fontes de energia para a síntese de proteína e outros constituintes celulares dos microrganismos (KOZLOSKI, 2011), o que justifica o valor de N-NH₃ dos animais submetidos à dieta com 0% (sem FMD) mostrar-se superior aos dos submetidos às dietas com 10, 15 e 20% de FMD. Já Menezes et al.(2012), ao substituir o farelo de soja (FS) pelo farelo de mamona até o nível de 45% na dieta de ovinos, observaram comportamento linear crescente para as concentrações de N-NH₃, com incremento de 7,0 mg L⁻¹ para cada 15% de substituição de FS pelo FM.

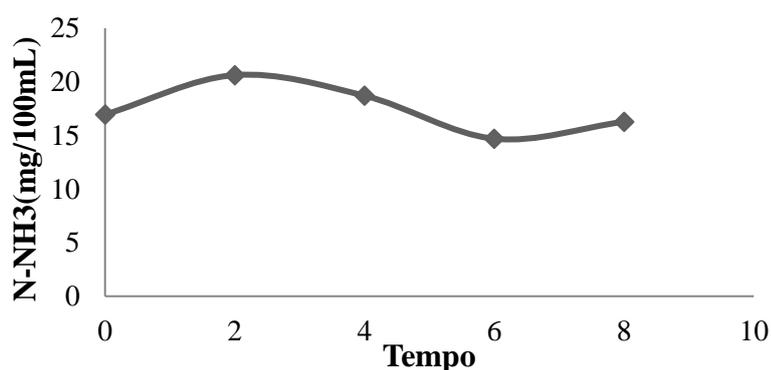
Não houve interação entre tempo e níveis de inclusão do FMD na silagem de cana-de-açúcar, para nenhum dos parâmetros ruminais avaliados (Tabela 8). Para os tempos de coleta, a concentração de (N-NH₃) apresentou efeito quadrático (P<0,05), onde a coleta realizada 2,38 horas após a alimentação da manhã mostrou maior concentração de N-NH₃ (20,62 g/100mL).

Tabela 8. Parâmetros ruminiais de ovinos alimentados com dietas contendo silagem de cana-de-açúcar aditivada com farelo de mamona destoxificado

Variável	Níveis de inclusão de FMD					EPM	P-valor				
							Tratamento		Tempo		Trat x Tem p
	0	5	10	15	20		L	Q	L	Q	
¹ N-NH ₃	23,91	20,92	15,22 *	12,32 *	14,87 *	3,23	<,000	0,008	0,006	0,042	0,06 7
pH	6,49	6,46	6,53	6,59	6,58	0,10	0,091	0,942	<,00 0	<,00 0	0,93 4

EPM : erro padrão da média; L: efeito linear; Q: Efeito quadrático; *Médias seguidas por asterisco diferem da testemunha a (P>0,05) de probabilidade pelo teste de Dunnett; N-NH₃: nitrogênio amoniacal; pH: potencial hidrogeniônico; a: 22,7872-0,52208*; l: (mg/100mL)

Na figura 1 observam-se as variações nas concentrações de N-NH₃ ao longo das horas, sendo influenciado pelo momento da alimentação. Essa variação pode ter sido em função da maior atividade das bactérias que degradam os substratos de fácil fermentação (concentrado) da dieta, diminuindo o pH ruminal e, conseqüentemente, a absorção de N-NH₃, uma vez que a absorção da amônia é diretamente proporcional à sua concentração no rúmen e aumenta com o aumento do pH do fluido ruminal (KOZLOSKI, 2011).

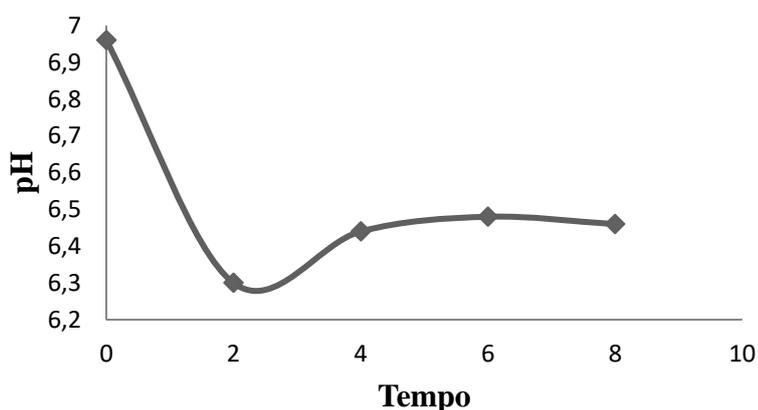


$$N-NH_3 = -0,1123x^2 + 0,5351x + 17,999$$

Figura 1. Valores de N-NH₃ do líquido ruminal em função do tempo de coleta

As concentrações de N-NH₃ do presente estudo estão acima do limite mínimo de 5,0 mg de N-NH₃/100mL de fluido ruminal estabelecido por Satter e Slyter (1974) para garantir uma boa digestão ruminal e valor máximo próximo ao preconizado por Mehrez et al. (1977) de 23 mg de N-NH₃/100 mL para que a síntese de proteína microbiana alcance seu potencial máximo.

Não houve influência dos níveis inclusão do FMD na silagem de cana-de-açúcar sob o pH ruminal. Para os tempos de coleta, o pH apresentou efeito quadrático ($P < 0,05$) com forte influência para as horas ($P < 0,05$) (Figura 2), com valor mínimo de pH (6,30) obtido 2 horas após alimentação. A fermentação dos alimentos aumenta as concentrações de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) nas primeiras horas após alimentação, levando a redução do pH ruminal. Porém, o pH tende a se restabelecer à medida que os AGCC vão sendo absorvidos através do epitélio ruminal. O valor médio observado ficou em torno de 6,52, estando acima do limite mínimo de 6,20 estabelecido por Van Soest (1994) para uma boa dinâmica ruminal.



$$\text{pH} = 0,0211x^2 - 0,2096x + 6,8606$$

Figura 2. Valores de pH do líquido ruminal em função do tempo de coleta

5. CONCLUSÃO

A inclusão farelo de mamona destoxicado na silagem de cana-de-açúcar promoveu aumento no consumo e redução na digestibilidade de nutrientes da dieta. O FMD aumentou as concentrações séricas de glicose e magnésio, aumentou a eficiência de mastigação e ruminação da matéria seca e promoveu redução nas concentrações de NH_3 do fluido ruminal. O FMD pode ser utilizado na dieta de ovinos, como aditivo de silagem de cana-de-açúcar e no limite de até 20%.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ALEXANDER, J. *et al.* (from *Ricinus communis*) as undesirable substances in animal feed: scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain. European Food Safety Authority. **Jornal Parma**. v. 726, p. 1-38, 2008.

ÁVILA, C.L.S. *et al.* The use of *Lactobacillus* species as starter cultures for enhancing the quality of sugar cane silage. **Journal Dairy Science**, v.940-951, 2014.

BIRGEL, E. H. HEMATOLOGIA CLÍNICA VETERINÁRIA. IN: BIRGEL, E. H.; LARSSON, M.H.M.A.; HAGIWARA, M.K.; Vasconcelos, S.A.; Larsson, C.E.; Benesi, F. J. Patologia clínica veterinária. São Paulo: **Sociedade Paulista de Medicina Veterinária**, p. 2-49, 1982.

BORJA, M.S. *et al.* Effectiveness of calcium oxide and autoclaving for the detoxification of castor seed meal in finishing diets for lambs. DOI: <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.anifeedsci.2017.07.001>nimal. **Feed Science and Technology**, 2017.

BRITO, M.A. *et al.* Composição do sangue e do leite em ovinos leiteiros do Sul do Brasil: variação e na lactação. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v. 36, n.3, p. 942-948, 2006.

CARVALHO, G.G.P. *at al.* Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com dietas compostas de silagem de capim-elefante amonizada ou não e subprodutos agroindustriais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1805-1812, 2006.

CONAB. ISSN: 2318-6852. V. 6 - SAFRA 2018/19- N. 5 - Quinto levantamento. Dezembro 2019.

DINIZ, L. L.; VALADARES FILHO, S. C.; OLIVEIRA, A. S. *et al.* Castor bean meal for cattle finishing: nutritional parameters. *Livest. Sci.*, v.135, p.153-167, 2011.

GOMES, F.H.T. *et al.* Consumo, comportamento e desempenho em ovinos alimentados com dietas contendo torta de mamona. **Revista Ciências Agrárias**, v.48, n.1, p. 182-190, 2017.

GONZAGA NETO, S. *et al.* Milk production, intake, digestion, blood parameters, and ingestive behavior of cows supplemented with by-products from the biodiesel industry. **Tropical Animal Health and Production**, v. 47. p. 191-200, 2015.

KANEKO J.J. *et al.* **Clinical Biochemistry of Domestic Animal**. 6th ed. Academic Press, San Diego, 2008. 928 p

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos Ruminantes**. 3 ed. Santa Maria; editora ufsm,. 2011. 216 p.

KOZLOSKI, G.V. *et al.* Uso da creatinina como indicador da excreção urinária em ovinos. **Ciência Rural**, vol. 35, n. 1, 2005.

LIMA, J.A. *et al.* Valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar aditivada com hidróxido de cálcio. **Boletim de Indústria Animal**, v. 64, n. 4, p.329-338, 2007.

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

MENEZES, D.R. *et al.* Parâmetros sanguíneos, hepáticos e ruminais de ovinos alimentados com dietas com farelo de mamona destoxificado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 1, p.103-110, 2012.

MORALES, E.R.*et al.* Ricinoleic acid inhibirs methanogenesis sheep and acid in bacterial cultures. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 13, p. 4943-4950, 2012.

OLIVEIRA, A.C. *at al.* Feeding behavior of sheep fed sugarcane silage enriched with detoxified castor bean meal. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 41, e. 43848, 2019.

PEIXOTO, L.A. O.; OSÓRIO, M.T.M. Perfil metabólico proteico e energético na avaliação do desempenho reprodutivo em ruminantes. **Resvista Brasileira Agrocência**, v.13, n.3, p.299-304, 2007.

SANTOS. S.F.; CÂNDIDO, M.J.D.; BONFIM, M.A.D.; CAVANI, D.B.; ASCHERI, J.L.R. Consumo e digestibilidade de dietas contendo farelo de mamona extrusado fornecidas a cabras em lactação. *Revista Agraria Acadêmica*, v.2, n.1, 2019, doi: 10.32406/v2n12019/16-27/agrariacad.

SATTER, L.D., SLYTER, L.L. 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial production in vitro. **British Journal of Nutrition**, v. 32, n.2, p.199-208, 1974.

SCHMIDT, P. *et al.* Aditivos químicos e biológicos na ensilagem de cana-de-açúcar. 1. Composição química das silagens, ingestão, digestibilidade e comportamento ingestivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 36 (supl.): 1666- 1675, 2007.

SCHMIDT, P.; SOUZA, C.M.; BACH, B.C. Uso estratégico de aditivos em silagens: Quando e como usar? In: JOBIM, C.C.; CECATO, U.; CANTO, M.W.; BANKUTI, F.I (eds.), **SIMPÓSIO: PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS**, 5.ed., Maringá, 2014. Anais... Maringá: UEM, p.243-264, 2014.

SEVERINO. L. S. O que sabemos sobre a Torta de mamona. Campina Grande: **Embrapa Algodão**. P. 31, (Documento 134), 2005.

SIQUEIRA, G.R. *et al.* Uso da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, vol.13 no.4 Salvador Oct./Dec. 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402012000400011>.

THRALL, M.A. **Hematologia e Bioquímica clínica veterinária**. São Paulo: Roca, p. 582, 2007.

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