



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

LEONARDO JOSÉ ASSIS DE BARROS

**CONCENTRAÇÕES OSCILANTES DE PROTEÍNA BRUTA NA
DIETA DE OVINOS**

**RECIFE – PE
2021**

LEONARDO JOSÉ ASSIS DE BARROS

**CONCENTRAÇÕES OSCILANTES DE PROTEÍNA BRUTA NA
DIETA DE OVINOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em
Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco
para obtenção do título de Doutor em Zootecnia

Área de concentração: Zootecnia

Orientador: Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho
Coorientadores: Prof. Dr. João Paulo Ismerio dos Santos Monnerat
Prof. Dr. Marcelo de Andrade Ferreira

**RECIFE – PE
2021**

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)

b277c

Barros, Leonardo José Assis de
CONCENTRAÇÕES OSCILANTES DE PROTEÍNA BRUTA NA DIETA DE OVINOS / Leonardo José Assis de
Barros. - 2021.
74 f.

Orientador: Prof Dr Francisco Fernando Ramos de Carvalho.
Coorientador: Prof Dr Joao Paulo Ismerio dos Santos Monnerat.
Inclui referências.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife,
2021.

1. Estratégia alimentar. 2. Eficiência. 3. Reciclagem de Nitrogênio. 4. Ruminantes. I. Carvalho, Prof Dr
Francisco Fernando Ramos de, orient. II. Monnerat, Prof Dr Joao Paulo Ismerio dos Santos, coorient. III. Título

CDD 636

CONCENTRAÇÕES OSCILANTES DE PROTEÍNA BRUTA NA DIETA DE OVINOS

Tese elaborada por

LEONARDO JOSÉ ASSIS DE BARROS

Aprovado em: 29 / 10 / 2021

Orientador:

Prof.º Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

BANCA EXAMINADORA

Prof.º Dra. Antônia Sherlânea Chaves Veras
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Departamento de Zootecnia

Prof.º Dra. Stela Antas Urbano
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias

Prof. Dr. André Luiz Rodrigues Magalhães
Universidade Federal do Agreste de Pernambuco – UFAPE

Prof.º Dr. Dorgival Moraes de Lima Júnior
Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA
Departamento de Ciências Animais

Biografia

Leonardo José Assis de Barros, filho de José Maria Farias de Barros e Maria das Graças Assis Farias de Barros, nasceu em Recife, Pernambuco, em 29 de abril de 1992. Ingressou no curso de Zootecnia no segundo semestre de 2010, na Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE.

De agosto de 2011 a julho de 2015 foi bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) na Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Em dezembro de 2015 concluiu o curso de Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Em março de 2016, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, concentrando seus estudos na área de Nutrição Animal, tendo, em 17 de julho de 2017, submetido à defesa da dissertação.

Ingressou no curso de Doutorado em Zootecnia pela mesma instituição em agosto de 2017 vindo a concluir no presente mês de outubro de 2021

Dedicatória

A Deus, ele que me dá forças para continuar a trilhar e enfrentar os desafios com perseverança e humildade, e que me permite viver a cada dia novas experiências, me guiando sempre por caminhos seguros e colocando em minha vida pessoas especiais.

À minha família

Agradecimentos

A Deus; pela vida, pelo dom e pelo amor.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco, ao departamento de Zootecnia em especial a todos da pós-graduação em Zootecnia que sempre que necessário, se fez presente.

A todos os professores responsáveis pela minha formação acadêmica e que com certeza também são responsáveis pelo crescimento pessoal.

A minha família, que sempre me apoiou, meus pais: Graça e Zé, aos quais eu devo minha vida, nunca me deixaram nada faltar, por toda compreensão e amor.

Meu irmão, Luiz que mesmo sem saber, sempre foi um referencial de dedicação aos estudos.

E aos demais familiares que com certeza fizeram e fazem muito por mim.

Ao meu comitê de orientação, capitaneado pelo Prof. Francisco e incluindo Prof. João Paulo e Prof. Marcelo, peças fundamentais para o bom andamento deste estudo

A todos que tive o prazer de conhecer e conviver desde a graduação, minha turma de graduação 2010.2, a FIRMA, os demais alunos da pós, onde sempre fui muito bem recebido e foram formados verdadeiros laços de amizade.

A todos que me ajudaram de forma direta ou indireta na execução deste estudo.

Por fim, agradeço a Adryanne, pessoa pelo qual me apaixonei e tenho uma profunda admiração, e é muito mais de que minha namorada, mas também minha melhor amiga.

Obrigado a todos, esse trabalho também é de vocês!

Sumário

Considerações iniciais.....	7
Revisão De Literatura – Balanço de nitrogênio e as implicações do fornecimento oscilante de nitrogênio em dietas de ruminantes.....	12
Importância do balanço de nitrogênio	13
Variação do balanço de nitrogênio e implicações	14
Importância da síntese de proteína microbiana (SPM) na produção de ruminantes ..	18
Possíveis impactos da oscilação nitrogenada dietética sob a síntese da proteína microbiana	19
Considerações finais	22
Referências	23
CAPÍTULO 1 - Retenção de nitrogênio e perfil ruminal de ovinos alimentados com dietas oscilantes em proteína.....	28
Resumo	29
Introdução.....	30
Material e métodos	31
Local e período de realização dos experimentos	31
Animais e instalações	31
Tratamentos e delineamento experimental	31
Manejo experimental	32
Composição bromatológica dos alimentos	32
Estimativa do consumo e da Digestibilidade.....	33
Perfil ruminal.....	34
Análise Estatística	34
Resultados.....	35
Consumo e digestibilidade aparente	35
N-NH ₃ , pH e AGV	35
Comportamento ingestivo	35
Discussão	36
Consumo e digestibilidade aparente	36
Nitrogênio amoniacal e pH.....	36
Produção de AGV.....	38
Comportamento Ingestivo	40
Conclusão	40

Tabelas	41
Referências	46
CAPITULO 2 - Influência da retenção de nitrogênio sobre o metabolismo de ovinos alimentados com concentrações oscilantes de proteína bruta na dieta.....	
49	
Resumo	50
Introdução.....	51
Material e métodos	52
Local e período de realização dos experimentos	52
Animais e instalações	52
Tratamentos e delineamento experimental	53
Manejo experimental	53
Composição bromatológica dos alimentos	54
Determinação do consumo e da Digestibilidade aparente.....	54
Coleta de Urina.....	55
Perfil metabólico	55
Análise Estatística	56
Resultados.....	56
Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes.....	56
Balanço de nitrogênio.....	57
Níveis de purinas excretadas e produção de proteína microbiana.....	57
N-ureico, aminotransferases e as proteínas séricas	57
Discussão	57
Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes.....	57
Balanço de nitrogênio.....	58
Síntese de Proteína Microbiana	60
N-ureico, aminotransferases e as proteínas séricas	61
Conclusão	62
Tabelas	63
Referências	69

Resumo geral

Objetivou-se avaliar estratégias alimentares que visem o aumento na eficiência da utilização de nitrogênio, através de níveis oscilantes de proteína bruta na dieta de ovinos, de modo que permita o melhor aproveitamento do nitrogênio dietético. O consumo e digestibilidade de nutrientes, comportamento ingestivo, perfil ruminal, balanço de nitrogênio (N), síntese de proteína microbiana (SPM), e perfil metabólico foram avaliados através de dois experimentos realizados em Quadrado Latino 4 x 4. Oito ovinos mestiços foram utilizados, sendo quatro fistulados (Experimento 1), machos e castrados com peso médio de $58 \pm 5,6$ kg (média \pm DP) e quatro não fistulados machos não castrados (Experimento 2) com peso médio de $24,9 \pm 1,3$ kg. Os tratamentos foram compostos de uma dieta controle (CONTROLE), sem restrição temporal da proteína dietética; duas intensidades temporais de restrição proteica, o primeiro com variações de 24 horas e o segundo com 48 horas (T-24 e T-48, respectivamente) e por último o tratamento controle negativo (T-RESTRI) constituído de moderada (20%) restrição proteica durante todo o período experimental. De forma semelhante entre os experimentos, os consumos e as digestibilidades aparentes de matéria seca, matéria orgânica, nutrientes digestíveis totais, extrato etéreo, fibra em detergente neutro e carboidratos não fibrosos não diferiram ($P > 0,05$) entre as dietas. O consumo de proteína bruta (PB) diferiu entre os tratamentos, com as médias do T-RESTRI menor que as dos demais tratamentos. No segundo experimento, a dieta T-48 resultou em digestibilidade da PB (g/kg) superior às dietas CONTROLE e T-RESTRI, enquanto a dieta T-24 demonstrou-se intermediária entre o CONTROLE e T-48. As variáveis ruminais nitrogênio amoniacal (N-NH₃), pH e produção total de ácido graxos voláteis (AGV) não apresentaram diferenças significativas ($P > 0,05$) entre as médias dos tratamentos. Entretanto, as concentrações médias dos constituintes do AGV resultantes dos tratamentos que adotaram a estratégia de oscilação proteica (T-24 e T-48) apresentaram a produção de acetato maiores e a produções de propionato inferiores comparadas às médias dos tratamentos CONTROLE e T-RESTRI. O consumo de nitrogênio, nitrogênio da urina, balanço de nitrogênio, nitrogênio absorvido, eficiência na utilização do nitrogênio, nitrogênio ureico, alantoina, xantina+hipoxantina, purinas excretadas e a produção de proteína microbiana diferiram ($P < 0,05$) entre as dietas, sendo inferiores no T-RESTRI em relação aos demais. Para os parâmetros séricos de N-ureico, aminotransferases e proteínas, não foram observadas diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos. Os resultados mostram que o fornecimento proteico oscilante na dieta de

ovinos não resulta em modificações no perfil ruminal, exceto para proporções dos diferentes constituintes dos AGV, especialmente o butirato, que aumenta, nos animais submetidos à tal estratégia alimentar, o que sinaliza maior aporte de nitrogênio endógeno no rúmen. Sob o do ponto e vista metabólico, pode-se inferir que a estratégia alimentar de concentrações oscilantes de PB não implica positivamente na maior retenção de nitrogênio para os ovinos, além de incorporar mais trabalho e complexidade ao manejo diário de alimentação de ovinos em terminação. Isto indica a necessidade de mais pesquisas nesta área para afirmar com maior precisão os efeitos do fornecimento oscilante de nitrogênio na dieta de ovinos.

Palavras chaves: Estratégia alimentar, Eficiência, Reciclagem de Nitrogênio, Ruminantes.

Abstrat

This study aimed to investigate feeding strategies aiming to increase nitrogen utilization efficiency through oscillating protein levels in the diet of sheep aiming to improve the dietary nitrogen utilization. The intake and digestibility of nutrients, feeding behavior, ruminal profile, nitrogen (N) balance, microbial protein synthesis (MPS), and the metabolic profile were measured in two experiments. Eight male cross-bred sheep were used in a 4x4 Latin square design. Four of them were castrated and canulated with average live weight of $58 \text{ kg} \pm 5.6 \text{ kg}$ (mean \pm SD) and four of them were not canulated and nor castrated with average live weight of $24.9 \text{ kg} \pm 1.3 \text{ kg}$. Treatments were composed of a control diet (CONTROL), with no dietary protein restriction over time; two levels of protein restriction over time: one with variation of 24 h and another of 48 h (T-24 and T-48, respectively); and a negative control (T-RESTRI) comprised of moderate protein restriction (20%) throughout the experiment. In both experiments, intake and apparent digestibility of dry matter, organic matter, total digestible nutrients, ether extract, neutral detergent fiber, and non-fiber carbohydrates did not differ ($P > 0.05$) across diets. The crude protein (CP) intake differed ($P < 0.05$) across diets, with T-RESTRI resulting in the lowest CP intake. In the second experiment, the CP digestibility (g/kg) was greater for T-48 than for CONTROL and T-RESTRI, while the T-24 diet resulted in CP digestibility intermediate between the CONTROL and T-48 diets. Ruminal ammonia nitrogen (N-NH₃), pH, and volatile fatty acids (VFA) did not differ ($P > 0.05$) across treatments. The mean concentrations of VFA constituents resulted from the oscillating protein level diets (T-24 and T-48) had greater acetate and lower propionate when compared to the CONTROL and T-RESTRI diets. The nitrogen intake, urinary nitrogen, nitrogen balance, absorbed nitrogen, nitrogen efficiency utilization, ureic nitrogen, allantoin, xanthine + hypoxanthine, excreted purines, and MPS differed ($P < 0.05$) across treatments. The nitrogen intake, urinary nitrogen, nitrogen balance, absorbed nitrogen, nitrogen efficiency utilization, ureic nitrogen, allantoin, xanthine + hypoxanthine, excreted purines, and MPS differed ($P < 0.05$) across treatments. These variables were the lowest when animals were fed the T-RESTRI diet. As for serum parameters, ureic nitrogen, aminotransferases, and proteins were not affected ($P > 0.05$) by diet. It is concluded that feeding oscillating protein in

sheep diets did not result in modifications in the ruminal profile, except for the differences in the proportions of VFA components, primarily butyrate in the animals fed the oscillating protein diets, which indicates increased provision of endogenous nitrogen in the rumen. From the metabolic standpoint, the feeding strategy of oscillating protein levels did not imply positive benefits for the nitrogen balance in sheep fed those diets. Nonetheless, these strategies imply more labor and complexity to the daily feeding management of animals in the finishing phase. That suggests the need for more research in this area to confirm more precisely the effects of feeding oscillating nitrogen levels in the diet of sheep.

Keywords: Feeding strategy, Efficiency, Nitrogen Recycling, Ruminants.

Considerações iniciais

A intensificação na busca por alternativas que aumentem a eficiência na produção animal, sobretudo em ruminantes, somado a crescente preocupação com os impactos gerados pelos sistemas de produção ao meio ambiente, faz com que diversos pesquisadores busquem melhor entendimento da fisiologia e dinâmica do ambiente ruminal, objetivando desenvolver estratégias alimentares e nutricionais que respondam positivamente às situações mencionadas, como, por exemplo, a minimização da excreção de potenciais poluidores.

Dentre os principais agentes poluidores excretado pelos animais ruminantes, o nitrogênio excretado é considerado o elemento com maior potencial nocivo ao meio ambiente, tendo em vista que parte considerável do nitrogênio ofertado é eliminado via fezes e urina. Diante disso, explorar a capacidade de reciclagem deste elemento por parte dos ruminantes é um desafio a ser alcançado.

Nesse contexto, adotar estratégias alimentares que reduzam a excreção de compostos poluentes, sem diminuir o desempenho animal, é de fundamental importância para a intensificação dos sistemas de criação de forma racionalizada.

Dentre diversos estudos, o fornecimento oscilante de nitrogênio dietético para ruminantes, apresenta-se, em primeiro plano, como alternativa assertiva, pois, teoricamente, promove maior aproveitamento do nitrogênio ofertado e, conseqüentemente, menor excreção deste potencial poluidor.

Em que pese muitos estudos com o fornecimento de nitrogênio, existe incipiente quantidades de trabalhos voltados a avaliação de tal estratégia alimentar, daí se vê a necessidade de maior entendimento dos seus impactos sobre o perfil ruminal, bem como sob ponto de vista metabólico, que, através do dinamismo na disponibilização da fonte nitrogenada, estima-se que ocorra aumento na síntese de proteína microbiana, de modo a apresentar importância quantitativa e qualitativa para os animais ruminantes, vez que fornecem quase todos os aminoácidos necessários para o desenvolvimento destes animais. .

Assim, objetiva-se, com esse estudo, obter melhor entendimento sobre os impactos causados pela adoção da estratégia alimentar de fornecimento oscilante de fonte nitrogenada dietética em ovinos de modo a otimizar a utilização deste nutriente na perspectiva de reduzir os impactos econômicos e ambientais causados por ele.

Revisão De Literatura – Balanço de nitrogênio e as implicações do fornecimento oscilante de nitrogênio em dietas de ruminantes

1 **Importância do balanço de nitrogênio**

2 A forma com que o nitrogênio se apresenta no rúmen é dada por duas formas
3 principais: via dieta, ou seja, obtido através da ingestão de uma fonte nitrogenada, sendo
4 esta proteica ou não, bem como de forma endógena, que pode ser pelo processo da
5 reciclagem da ureia, oriundo do processo de descamação ou até mesmo dos derivados
6 da microbiota ruminal.

7 Independente da forma de disponibilização, se faz importante manter o aporte
8 nitrogenado no interior do rúmen para que a microbiota ruminal, principalmente as
9 bactérias celulolíticas, possam utilizar este nutriente como substrato e,
10 conseqüentemente, contribuir para o maior aporte de produção de proteína microbiana
11 (Detmann et al., 2009).

12 Entender este mecanismo é de suma importância para que, identificando a dinâmica
13 das fontes nitrogenadas, juntamente com o fornecimento energético, não ocorra
14 limitação no crescimento microbiano para que o aporte de aminoácidos destinados ao
15 intestino delgado seja maximizado e, conseqüentemente, obtenha-se o desenvolvimento
16 do animal de forma satisfatória (Valente et al., 2017).

17 A presença da fonte nitrogenada no rúmen, porém, não é garantia da síntese de
18 proteína microbiana, posto que esta presença deve estar associada a uma fonte
19 energética para que ocorra o sincronismo na utilização destes dois constituintes por
20 parte da microbiota ruminal. Caso não ocorra a presença desta fonte energética em
21 níveis satisfatórios, estima-se que ocorrerá excesso de nitrogênio amoniacal no
22 ambiente ruminal e, como mecanismo de defesa do animal, evitando-se um processo de
23 toxicidade, a absorção ruminal desta fonte nitrogenada é aumentada, principalmente a
24 amônia (Russell et al., 1992; Hristov et al., 2004).

25 A amônia oriunda da absorção ruminal via sistema porta é prontamente destinada a
26 corrente sanguínea, sendo levada ao fígado para metabolização e conversão em ureia,
27 que parte é destinada a reciclagem e outra excretada via urina (Van Soest, 1994).

28 Este excesso de ureia e outros compostos nitrogenados excretados devido ao
29 desequilíbrio energético-protético também é prejudicial ao desenvolvimento animal, por
30 promover o aumento no gasto energético para que ocorra a excreção via urina,
31 diminuindo, assim, a eficiência na utilização do nitrogênio ofertado (Russell et al.,
32 1992; Hristov et al., 2004).

33 A partir deste ponto, verifica-se a correlação entre a quantidade da fonte
34 nitrogenada degradada no rúmen com as concentrações sanguíneas e perdas urinárias,
35 bem como fecais, dos compostos nitrogenados e através das variações destes índices,
36 permite estimar o balanço de nitrogênio (BN) e através destes, analisar o metabolismo
37 proteico dos animais.

38 Deste modo, o BN constitui importante método de avaliação do estado nutricional
39 dos animais e serve de base para aplicações de estratégias e tomadas de decisões para
40 possíveis ajustes que deverão ser feitos no manejo alimentar dos animais de produção
41 (Chowdhury et al., 1997; Pereira et al. 2018).

42 Dada sua importância, o BN é a principal ferramenta que auxilia a nutrição animal,
43 do ponto de vista proteico, no sistema alemão de recomendação alimentar para bovinos,
44 sendo este um indicador para estimar o requerimento de N ruminal (GfE, 2001; Kand et
45 al., 2018).

46 **Variação do balanço de nitrogênio e implicações**

47 As inferências que podem ser tiradas a partir da análise do BN nos animais
48 ruminantes são amplas, porém, é importante ter o entendimento não só do valor do BN
49 mas também das variáveis que deram origem a esse valor. Exemplificando, ver-se que
50 em testes do nível proteico da dieta, em que o animal superalimentado de proteína
51 tende, inicialmente, a excretar mais N e o subalimentado a reter mais N até se adaptar e
52 normalizar a excreção (Hristov, et al. 2019).

53 Dada a importância do BN, o sistema de recomendação alimentar de bovinos
54 alemão utiliza-se dele como ferramenta para estimar o requerimento de N do animal, e
55 na tentativa de melhor compreender esta forma de utilização, estudou-se, *in vitro*, os
56 efeitos de três níveis de BN em seis dietas com diferentes fontes de carboidratos e
57 proteínas e foi observado que enquanto o BN foi positivo a fermentação de carboidratos
58 e a síntese de proteína microbiana não foi afetada, porém, quando o BN passou a ser
59 negativo, reduziu-se a síntese de proteína microbiana (Kand et al., 2018).

60 Os estudos voltados aos animais leiteiros, buscando o aumento na eficiência na
61 utilização do N dietético, tornam-se importantes, principalmente, pelo tempo em que
62 esses animais permanecem no processo de produção, o que resulta em maiores
63 quantidades de N ingerido, gerando mais custos e, também, mais N excretado. Novilhas,
64 por exemplo, em um sistema de criação eficiente, ficam cerca de dois anos para
65 começar a produzir e gerar renda ao produtor.

66 Quando se testou dietas de alto e baixo aporte proteico em novilhas holandesas com
67 objetivo de avaliar o desenvolvimento destes animais, e foi observado que mesmo com
68 o aumento do aporte proteico, a excreção de N nas fezes não diferiu estaticamente, o
69 que refletiu no aumento de BN, porém, parte desse aumento do N retido foi responsável
70 pelo aumento linear da excreção urinária, indicando, assim, que a excreção N fecal
71 sofre pouca influência da ingestão dietética estando mais associada ao aumento da
72 síntese proteica microbiana (Marini & Van Amburgh, 2005; Prates et al., 2017;
73 Hristov, et al., 2019).

74 Estudos realizados com novilhas recém-desaleitadas buscando encontrar
75 alternativas para o fornecimento da fonte volumosa em regiões de baixo índice
76 pluviométrico, resultando em escassez de forragem, como é o caso do semiárido
77 nordestino, para maximização do consumo e desempenho, substituindo feno, fonte rica
78 em carboidrato fibrosos por palma forrageira, rica em carboidratos não fibrosos,
79 identificou-se que, mesmo com a redução do consumo de N, o BN se manteve positivo,
80 devido a significativa redução na excreção de N, principalmente na urina, o que
81 fortalece a tese que o melhor sincronismo energia-proteína promove maior retenção de
82 N, além de sinalizar que as maiores variações na excreção de N ocorre na urina (Barros
83 et al., 2018).

84 Algumas estratégias também podem ser adotadas para a elevação do BN de modo a
85 influenciar positivamente no aumento da eficiência da utilização do nitrogênio, ou seja,
86 com a mesma ingestão de proteína, reduzir a excreção de compostos nitrogenados.

87 O aprimoramento na formulação de ração em vacas leiteiras permitiu atender o
88 requerimento de aminoácidos específicos, por exemplo, além de destinar aporte maior
89 de N dietético para composição da proteína do leite e reduzir a excreção de N via fezes
90 e urina (Hristov & Pfeffer, 2005).

91 Estudos que avaliam estratégias alimentares como o fornecimento oscilante de PB
92 na dieta verificaram resultados divergentes sobre a retenção de N e, conseqüentemente,
93 sobre o BN.

94 Ao desenvolver tal estratégia em ovinos submetidos a níveis de oscilação de 24 e
95 48 horas, Cole et al. (1999) observaram o aumento significativo sob retenção de N
96 quando comparada a dieta de fornecimento proteico constante. Porém, menores taxas de
97 retenção de N foram observadas quando tal estratégia foi testada em vacas lactantes
98 submetidas ao mesmo intervalo de oscilação (Kohler, 2016).

99 O que chama atenção é que em outros estudos com ovinos em crescimento e
100 bovinos de corte em terminação não foi observada diferenças nas médias de BN ao
101 comparar o uso da estratégia com o fornecimento tradicionalmente utilizado, e buscando
102 encontrar o que possivelmente tenha influenciado, verificou-se que a forma com que a
103 proteína dietética é fornecida pode resultar nas variações do BN observadas, tendo em
104 vista que ao se utilizar a fonte de proteína mais degradável na dieta através da relação
105 volumoso:concentrado menor, foi relatada similaridade entre as médias de retenção de
106 N, indicando que a degradabilidade do alimento ofertado pode influenciar no BN, o que
107 faz sentido, tendo em vista que a degradabilidade está intimamente ligada ao
108 sincronismo energia-proteína. (Cole et al., 2011; Amaral et al., 2016; Amaral et al.,
109 2018; Menezes et al., 2019; Oliveira et al., 2020).

110 Já em vacas leiteiras, as maiores alterações no balanço de nitrogênio são observadas
111 durante o período de transição, que compreende o final da gestação e as primeiras
112 semanas de lactação. Esse comportamento acontece por se tratar de um período
113 influenciado fortemente pela menor ingestão de matéria seca, bem como o maior
114 requerimento proteico e energético, mesmo com o aumento da eficiência de utilização
115 de N dietético por parte das vacas (Bell et al., 2000).

116 Alguns estudos foram realizados com objetivo de entender a dinâmica do BN
117 durante este período mais crítico. Com base nas coletas das excretadas e do consumo
118 durante todo período de transição, em vacas multíparas, observou-se que as duas
119 primeiras semanas após o parto, o BN se apresentou negativo, com os valores mais
120 baixos registrados entre o sexto e sétimo dia (Sutter e Beever 2000; Bell et al., 2000).

121 Como alternativa para minimizar o BN negativo no período de transição de vacas,
122 foi testado em diversos estudos o aumento das concentrações de proteína bruta
123 dietéticas em múltíparas e constatou-se que o BN tendeu a ser positivo, porém a
124 produção não foi alterada. Já estudos que objetivaram testar o maior aporte proteico
125 dietético em fêmeas primíparas apresentaram aumento no BN, produção de leite e na
126 proteína do leite (Van Saun et al., 1993; Putnam e Varga, 1998; Hartwell et al., 2000;
127 Santos et al., 2001).

128 Estima-se também, que o BN além de ser um indicativo do dinamismo da
129 reciclagem da ureia, indicando a quantidade de N retido, também pode ser influenciado
130 por ela. Partindo da premissa que cerca de 80% da ureia presente no sangue, ou seja, o
131 produto da reciclagem, volta ao trato digestório, apenas 20% é excretado via urina e
132 apenas 10% do N oriundo do N-NH₃ sintetizado através da ureia reciclada é excretado
133 via fezes. Desta forma, adotar estratégias que maximizem a reciclagem de ureia poderá
134 também elevar o BN e ainda que não eleve, ambientalmente e financeiramente pode ser
135 muito positivo pela menor excreção de N (Lapierre e Lobley, 2001; Nasem, 2016).

136 Buscando melhor entendimento sobre a estimativa supracitada, foram
137 desenvolvidos estudos com o objetivo de reduzir o fornecimento de N por um curto
138 espaço de tempo em vacas leiteiras visando o aumento da reciclagem de N por parte dos
139 animais, para manter a síntese de proteína microbiana, e mesmo não ocorrendo
140 diferenças significativas no BN, foram observadas menores excreções de N e, também,
141 não houve depressão na produção de leite, indicando que em curto espaço de tempo a
142 redução no fornecimento de N promove economia e reduz o impacto ambiental
143 (Mutsvangwa et al., 2016).

144 Outro ponto importante de analisar com relação ao BN é que mesmo quando não
145 ocorre variação sobre seu valor, pode se fazer inferências sob a ótica ambiental e
146 econômica, analisando os constituintes que compõem a sua equação, ou seja, a
147 quantidade ingerida de N e a quantidade excretada.

148 Quando ocorre a redução da ingestão e das excretas, o BN, por ser resultante da
149 diferença dessas duas variáveis, pode, coincidentemente, expressar valores bem
150 próximos de quando a ingestão e as excretas foram mais elevadas; entretanto, a redução
151 na ingestão, não implica negativamente na produção, representa ganhos econômicos, e a
152 redução de N excretado representa ganhos de ordem ambiental.

153 **Importância da síntese de proteína microbiana (SPM) na produção de ruminantes**

154 Diversos estudos indicam que de toda a proteína que chega ao intestino delgado,
155 entre 50 e 80% é oriunda do processo de síntese ocorrida no rúmen, o que demonstra ser
156 importante contribuinte para a manutenção e produção dos animais ruminantes, por se
157 constituir em fonte majoritária da proteína metabolizável (Storm & Orskov, 1983;
158 Mirheidari et al., 2020).

159 Além da importância quantitativa, a SPM representa excelente fonte proteica do
160 ponto de vista qualitativo, tendo em vista o elevado teor de digestibilidade, que
161 representa, aproximadamente, 80% do total produzido, além de ser responsável pelo
162 suprimento da maior parcela dos aminoácidos absorvíveis (NASEM, 2016).

163 Deste modo, busca-se que a SPM ocorra de forma eficiente. Para que isso aconteça,
164 é primordial a disponibilização síncrona, no interior do rúmen, de energia e de uma
165 fonte de nitrogênio (N) para que, juntos, sirvam de substrato para a multiplicação dos
166 microrganismos ruminais (Nocek & Russel, 1988).

167 Para que o sincronismo seja alcançado, a forma como as fontes energéticas e
168 proteicas são disponibilizadas deve ser levada em consideração, tendo em vista que
169 mesmo em dietas isoproteicas e isoenergéticas, havendo diferença apenas na proporção
170 de carboidratos não estruturais, sendo estes mais rapidamente fermentados no rúmen do
171 que os carboidratos estruturais, disponibilizando energia aos microrganismos mais
172 rapidamente, resulta no maior sincronismo com a proteína disponibilizada no rúmen
173 (Santos et al., 2017).

174 É o que o que pode ser analisado em trabalhos como o que testou a substituição da
175 fonte volumosa rica em carboidrato estrutural, como o feno de capim tifton, por
176 alimentos com níveis elevados de carboidratos não fibrosos, como a palma forrageira,
177 que mesmo utilizando dietas isoproteicas, observa-se o aumento da SPM (Barros et al.,
178 2018).

179 Atribuir a ocorrência de menores índices de SPM ao fornecimento de carboidratos
180 de digestão lenta é mais comum pelo fato de que os alimentos ofertados como fonte
181 nitrogenadas, em via de regra, apresentam prontamente disponível, somado a isto as
182 forragens tropicas utilizadas como base da alimentação dos ruminantes, apresentam
183 elevadas proporções de carboidratos fibrosos, tornando a disponibilidade da fonte
184 energética mais lenta, o que, conseqüentemente, reduz o sincronismo (Siqueira et al.,
185 2017).

186 Como alternativa, o fornecimento de uma fonte proteica com taxas de degradação
187 ruminal mais lentas tende a ser uma boa opção, de modo que a disponibilização de
188 nitrogênio para os microrganismos ruminais ocorra de maneira síncrona com a fonte
189 energética e, assim, melhorar a eficiência de síntese de proteína microbiana (Karsli &
190 Russell, 2001). Porém, a ausência ou mesmo o excesso do nitrogênio, também podem
191 impactar na SPM e este cenário pode ser em decorrência da adoção da estratégia
192 alimentar do fornecimento oscilante de nitrogênio dietético.

193 **Possíveis impactos da oscilação nitrogenada dietética sob a síntese da proteína** 194 **microbiana**

195 As oscilações nitrogenadas na dieta podem ocorrer por diversos motivos, desde
196 pelo desbalanceamento nutricional, que por ventura o animal possa está submetido, ou
197 até mesmo através da adoção de uma estratégia alimentar.

198 Identificar os possíveis impactos positivos ou negativos gerados através da adoção
199 de estratégias alimentares sob a SPM é de suma importância, tendo em vista que os
200 produtos gerados através deste processo de síntese é de alto valor biológico para
201 produção da proteína metabolizável utilizada pelos ruminantes tanto para manutenção
202 como também para funções produtivas (Fachinetto, 2016; Tedeschi et al., 2017).

203 Os efeitos da alimentação com níveis oscilantes de proteína na dieta em
204 comparação ao fornecimento proteico estático na produção de proteína microbiana vem
205 sendo o objetivo de diversos estudos.

206 Deve-se entender, em princípio, que a estratégia alimentar de fornecimento
207 oscilante da fonte proteica pode ocorrer em períodos curtos de dias ou também de forma
208 sazonal mais prolongada, porém é importante estabelecer que a soma de dias em que os
209 animais estejam submetidos a restrição proteica deve ser a mesma dos dias de
210 superalimentação deste nutriente, completando o chamado ciclo (Cole, 1999).

211 Ao utilizarem ovelhas lactantes alimentadas com níveis oscilantes, cujo ciclo de
212 oscilação foi de 8 dias (4 dias sob baixo aporte proteico e 4 dias sob alto aporte
213 proteico), Khattab & Abdel-Wahed (2018) observaram que as ovelhas com dietas
214 contendo níveis oscilantes de N apresentaram médias superiores na SPM, em
215 comparação as ovelhas alimentadas com a dieta estática, tradicionalmente ofertada com
216 o consumo de proteína bruta similar entre os tratamentos.

217 Já em pesquisas que adotaram o ciclo de oscilação por quatro dias, foram
218 observados resultados semelhantes ao citados anteriormente, com ovinos em
219 crescimento (Archibeque et al., 2007; Cole, 1999); e com bovinos de corte na fase de
220 terminação (Cole et al., 2003; Ludden et al., 2003).

221 Alguns estudos objetivaram avaliar os possíveis impactos sob a SPM em um menor
222 intervalo de oscilação, no caso em dois dias, por exemplo. Ovinos da raça Suffolk em
223 crescimento, submetidos a esta estratégia, aumentaram a SPM quando comparados aos
224 animais que receberam fornecimento proteico estático (Kiran & Mutsvangwa, 2009).

225 A possível explicação para o aumento da SPM observada nos estudos supracitados
226 é a melhoria na retenção de N observada em animais submetidos a oscilação dietética no
227 fornecimento de N, o que posteriormente possibilitaria o suprimento maior de proteína
228 microbiana. Corroborando com esta linha de pensamento, percebe-se com a adoção
229 desta estratégia, uma tendência de aumento no fluxo de nitrogênio ureico em direção ao
230 trato gastrointestinal, quando comparado a animais submetidos a fornecimento estático
231 de proteína bruta (PB) (Oliveira et al., 2020).

232 Outras inferências foram feitas ao avaliar a oscilação dietética da PB em vacas
233 lactantes durante 48 horas, bem como 72 horas, comparando ao fornecimento estático.
234 Foram observados em ambos estudos redução média na ordem de 25% da concentração
235 do nitrogênio ureico sanguíneo durante o período de menor aporte de N na dieta em
236 comparação ao período de maior aporte, porém com níveis semelhantes de SPM e
237 desempenho produtivo, podendo-se inferir maior eficiência do N absorvido através de
238 aumento de N reciclando, o que, conseqüentemente, manteve a disponibilidade dos
239 aminoácidos no sangue (Brown, 2014; Lu et al., 2014; Kohler, 2016; Batista et al.,
240 2017).

241 Vale lembrar que o principal fator que interfere na SPM, e sua eficiência, é a
242 concentração do nitrogênio amoniacal (N-NH₃), tendo em vista que a maioria da
243 microbiota ruminal necessita deste substrato servindo como fonte de N para
244 desenvolvimento e, conseqüentemente, proliferação. Para isto, preconizou-se que a
245 concentração de N-NH₃ presente no rúmen, para que ocorra a SPM em níveis basais,
246 seja próxima a 5 mg/dL. E para que a SPM ocorra em índices ideais sem
247 comprometimento na produção animal, a concentração de N-NH₃ seja entre 8 e
248 15mg/dL (Satter e Slyter, 1974; Mehrez, et al. 1977; Detmann et al., 2009; Kang et al.,
249 2017).

250 Estudos que apresentaram similaridade ou superioridade com relação a SPM
251 quando o objeto de estudo foi o fornecimento oscilante de PB comparado ao estático,
252 observaram que as concentrações médias de N-NH₃ ruminal entre os tratamentos
253 dietéticos estavam bem acima de 8 mg/dl, como também foi observado aumento na
254 concentração de N-NH₃ ruminal (Khattab & Abdel-Wahed, 2018).

255 A explicação encontrada para que, mesmo com o suprimento deficitário da fonte
256 nitrogenada dietética nos dias de fornecimento restrito, os animais mantiveram os níveis
257 de N-NH₃ similares aos sob fornecimento constante, é o possível aumento do N
258 reciclado e disponibilizado no rúmen, garantindo, assim, maior aporte de N não
259 dietético para as bactérias aderidas ao epitélio ruminal, sendo estas responsáveis pela
260 produção do N-NH₃ que, conseqüentemente, é fator responsável pela manutenção ou
261 aumento na SPM por meio da adoção desta estratégia alimentar (Batista et al., 2017).

262 Outro fator também deve ser levado em consideração e ter contribuído para as
263 divergências observadas nos estudos que testaram as oscilações proteicas dietéticas.
264 verifica-se que a composição da dieta também pode contribuir para as variações
265 observadas na SPM.

266 Pode-se observar que, diferente dos demais estudos já mencionados, quando tal
267 estratégia foi estudada com a relação volumoso:concentrado mais elevada, em ovinos
268 em crescimento, não ocorreram diferenças significativas nos níveis de proteína
269 microbiana passadas do rúmen para o intestino delgado ao se comparar animais
270 alimentados com concentrações oscilantes de PB na dieta com aqueles alimentados com
271 um regime dietético de PB estático (Ludden et al., 2002).

272 Este fato pode ser explicado pelo fato de que animais alimentados com elevados
273 níveis de concentrado, comparados com animais com dietas ricas em volumosos, e
274 ambas sendo isoproteicas e isoenergéticas, apresentam diferenças no suprimento
275 dietético de carboidratos fermentáveis no rúmen, diferenciando o padrão a fermentativo
276 de carboidratos no rúmen, promovendo melhorias no sincronismo energético/proteico
277 (Menezes et al., 2019).

278 Como já visto anteriormente nesta revisão, o maior direcionamento de N reciclado
279 para o rúmen, promovido pela adoção da estratégia alimentar juntamente com o maior
280 sincronismo energético/proteico, quando os animais ruminantes forem alimentados com
281 dietas ricas em concentrado em comparação com dietas ricas em volumoso, impactaria
282 positivamente na SPM (Khattab & Abdel-Wahed, 2018).

283 Vale considerar que o fato de não se observar impactos negativos com a adoção do
284 fornecimento oscilante também deve ser considerado benéfico. Através dos estudos com
285 bovinos de corte submetidos ao ciclo de 4 dias de oscilação, atribuiu-se a uma possível
286 capacidade da microbiota ruminal em lidar com maior eficiência no período em que está
287 submetido a subnutrição proteica, de modo a não apresentar diferenças significativas
288 com relação à SPM dos animais submetidos ao fornecimento tradicional (Amaral, et al.
289 2016).

290 **Considerações finais**

291 Embora os primeiros registros de trabalhos que testem tal estratégia sejam
292 relativamente antigos, alguns fatores impedem cravar os impactos ao adotar o
293 fornecimento proteico de forma oscilantes devido a alguns fatores: 1) a quantidade de
294 estudos sobre o tema ainda é incipiente impedindo um embasamento definitivo sobre a
295 técnica; 2) A heterogeneidade nos resultados dos trabalhos já desenvolvidos tornam
296 qualquer conclusão equivocada.

297 Por outro lado, vale lembrar que na literatura pesquisada, não foram encontrados
298 impactos negativos sob a SPM através da adoção desta estratégia alimentar, o que
299 permite avaliar a técnica como um potencial alternativo.

300 Mediante ao exposto e com base nos resultados de pesquisas que apontam para uma
301 positividade na aplicação desta ferramenta zootécnica, torna-se cada vez mais
302 importante estudos que possibilitem embasar de forma mais contundente os impactos
303 das oscilações do nitrogênio da dieta sobre a síntese de proteína microbiana.

Referências

- Amaral, P. D. M., Mariz, L. D. S., Benedeti, P. D. B., Silva, L. G. D., Paula, E. M. D., Monteiro, H. F., & Faciola, A. P. 2016. Effects of static or oscillating dietary crude protein levels on fermentation dynamics of beef cattle diets using a dual-flow continuous culture system. *PLoS One*, 11(12), e0169170.
- Amaral, P. M., Mariz, L. D. S., Zanetti, D., Prados, L. F., Marcondes, M. I., Santos, S. A., & Valadares Filho, S. C. 2018. Effect of dietary protein content on performance, feed efficiency and carcass traits of feedlot Nellore and Angus× Nellore cross cattle at different growth stages. *The Journal of Agricultural Science*, 156(1), 110-117.
- Archibeque, S.L., Freetly, H.C., Ferrell, C.L., 2007. Net portal and hepatic flux of nutrients in growing wethers fed high concentrate diets with oscillating protein concentrations. *J. Anim. Sci.* 85, 997–1005.
- Barros, L.J.A., Andrade Ferreira, M., de Oliveira, J. C. V., Dos Santos, D. C., Chagas, J. C. C., Alves, A. M. S. V., & Freitas, W. R. 2018. Replacement of Tifton hay by spineless cactus in Girolando post-weaned heifers' diets. *Trop. Anim. Health Prod.* 50:149.
- Batista, E. D., Detmann, E., Valadares Filho, S. C., Titgemeyer, E. C., & Valadares, R. F. D. 2017. The effect of CP concentration in the diet on urea kinetics and microbial usage of recycled urea in cattle: a meta-analysis. *Animal: an international journal of animal bioscience*, 11(8), 1303-1311.
- Bell, A. W., Burhans, W. S., & Overton, T. R. 2000. Protein nutrition in late pregnancy, maternal protein reserves and lactation performance in dairy cows. *Proceedings of the Nutrition Society*, 59(1), 119-126
- Brown, A.N., 2014. Effects of Oscillating Crude Protein Content of Dairy Cow Diets. MSc (Animal Science) thesis, The Ohio State University.
- Chowdhury, S. A., Ørskov, E. R., Hovell, F. D., Scaife, J. R., & Mollison, G. 1997. Protein utilization during energy undernutrition in sheep sustained by intragastric infusion: effects of protein infusion level, with or without sub-maintenance amounts of energy from volatile fatty acids, on energy and protein metabolism. *British Journal of Nutrition*, 77(4), 565-576.
- Clark, J. H., Klusmeyer, T. H., & Cameron, M. R. 1992. Symposium: Nitrogen metabolism and amino acid nutrition in dairy cattle: Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. *J. Dairy Sci*, 75(8), 2304-2323.

- Cole, N.A., Greene, L.W., McCollum, F.T., Montgomery, T., McBride, K., 2003. Influence of oscillating dietary protein concentration on performance, acid–base balance, and nitrogen excretions of steers. *J. Anim. Sci.* 81, 2660–2668.
- Cole, N.A. 1999. Nitrogen retention by lambs fed oscillating dietary protein concentrations. *Journal of Animal Science.* 77:215–22.
- Detmann, E., Paulino, M. F., Mantovani, H. C., Valadares Filho, S. D. C., Sampaio, C. B., de Souza, M. A., & Detmann, K. S. 2009. Parameterization of ruminal fibre degradation in low-quality tropical forage using Michaelis–Menten kinetics. *Livestock Science*, 126(1-3), 136-146.
- Fachinetto, J. D., 2016. Mudanças processuais no sistema de produção de bovinos de corte e o correspondente impacto ambiental: uma análise de trajetória.
- GfE, G. 2001. Empfehlungen zur Energie-und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder (Recommendations of Energy and Nutrient Supply for Dairy Cows and Breeding Cattle)., Frankfurt a. Main
- Hartwell, J. R., Cecava, M. J., & Donkin, S. S. 2000. Impact of dietary rumen undegradable protein and rumen-protected choline on intake, peripartum liver triacylglyceride, plasma metabolites and milk production in transition dairy cows. *Journal of dairy science*, 83(12), 2907-2917.
- Hristov, A. N., Bannink, A., Crompton, L. A., Huhtanen, P., Kreuzer, M., McGee, M., & Yu, Z. 2019. Invited review: Nitrogen in ruminant nutrition: A review of measurement techniques. *Journal of dairy science*, 102(7), 5811-5852.
- Hristov, A. N., Etter, R. P., Ropp, J. K., & Grandeén, K. L. 2004. Effect of dietary crude protein level and degradability on ruminal fermentation and nitrogen utilization in lactating dairy cows. *Journal of Animal Science*, 82(11), 3219-3229.
- Hristov, A. N., & Pfeffer, E. (Eds.). 2005. Nitrogen and phosphorus nutrition of cattle: reducing the environmental impact of cattle operations. CABI.
- Kand, D., Raharjo, I. B., Castro-Montoya, J., & Dickhoefer, U. 2018. The effects of rumen nitrogen balance on in vitro rumen fermentation and microbial protein synthesis vary with dietary carbohydrate and nitrogen sources. *Animal Feed Science and Technology*, 241, 184-197
- Kang, J., Zeng, B., Tang, S., Wang, M., Han, X., Zhou, C., & Tan, Z. 2017. Effects of *Momordica charantia* polysaccharide on in vitro ruminal fermentation and cellulolytic bacteria. *Italian Journal of Animal Science*, 16(2), 226-233.

- Karsli, m. A., & russell, j. R. 2001. Effects of some dietary factors on ruminal microbial protein synthesis. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 25(5), 681-686.
- Khatab, I. M., & Abdel-Wahed, A. M. 2018. Effect of oscillating crude protein content on nitrogen utilization, milk production and performance of sheep. *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds*, 21(2), 373-380.
- Kiran D. and T. Mutsvangwa 2009. Nitrogen utilization in growing lambs fed oscillating dietary protein concentrations. *Animal Feed Science and Technology*. 52:33–41.
- Kohler, J. 2016. The influence of oscillating dietary crude protein concentrations on milk production and nitrogen utilization in lactating dairy cows (Doctoral dissertation, University of Saskatchewan).
- Lapierre, H., & Lobley, G. E. 2001. Nitrogen recycling in the ruminant: A review. *Journal of Dairy Science*, 84, E223-E236.
- Lu, Z., Stumpff, F., Deiner, C., Rosendahl, J., Braun, H., Abdoun, K., Martens, H., 2014. Modulation of sheep ruminal urea transport by ammonia and pH. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 307, 558–570.
- Ludden, P.A., Wechter, T.L., Hess, B.W., 2002. Effect of oscillating dietary protein on nutrient digestibility, nitrogen metabolism, and gastrointestinal organ mass in sheep. *J. Anim. Sci.* 80, 3021–3026.
- Ludden, P.A., Wechter, T.L., Scholljegerdes, E.J., Hess, B.W., 2003. Effect of oscillating dietary protein on growth, efficiency, and serum metabolites in growing beef steers. *Prof. Anim. Sci.* 19, 30–34.
- Marini, J. C., & Van Amburgh, M. E. 2005. Partition of nitrogen excretion in urine and the feces of Holstein replacement heifers. *Journal of Dairy Science*, 88(5), 1778-1784.
- Mehrez, A. Z., Ørskov, E. R., & McDonald, I. 1977. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. *British Journal of Nutrition*, 38(3), 437-443.
- Menezes, A. C. B., Valadares Filho, S. C., Pacheco, M. V., Pucetti, P., Silva, B. C., Zanetti, D. & Caton, J. S., 2019. Oscillating and static dietary crude protein supply. I. Impacts on intake, digestibility, performance, and nitrogen balance in young Nellore bulls. *Translational Animal Science*, 3(4), 1205-1215.
- Mirheidari, A., Torbatinejad, N. M., Shakeri, P., & Mokhtarpour, A. 2020. Effects of biochar produced from different biomass sources on digestibility, ruminal fermentation, microbial protein synthesis and growth performance of male lambs. *Small Ruminant Research*, 183, 106042.

- Mutsvangwa, T., Davies, K. L., McKinnon, J. J., & Christensen, D. A. 2016. Effects of dietary crude protein and rumen-degradable protein concentrations on urea recycling, nitrogen balance, omasal nutrient flow, and milk production in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 99(8), 6298-6310.
- NASEM. 2016. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Nutrient requirements of beef cattle. 8th ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- Nocek, J. E., & Russell, J. 1988. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. *Journal of Dairy Science*, 71(8), 2070-2107.
- Oliveira, C. R. N., Santos, S. A., Mariz, L. D. S., Carvalho, G. G. P., de Azevêdo, J. A. G., Tosto, M. S. L., & dos Santos, A. C. S. 2020. Dietary phase-feeding as feedlot strategy for Santa Ines lambs: performance, N retention and meat quality. *Livestock Science*, 104106.
- Prates, L. L., Valadares, R. F. D., Valadares Filho, S. C., Detmann, E., Ouellet, D. R., Batista, E. D. & Silva, B. C., 2017. Investigating the effects of sex of growing Nellore cattle and crude protein intake on the utilization of recycled N for microbial protein synthesis in the rumen by using intravenous ¹⁵N¹⁵N-urea infusion. *Animal Feed Science and Technology*, 231, 119-130
- Pereira, K. P., de Lima, J. S., de Andrade Silva, D. K., de Arruda Santos, G. R., Fregadolli, F. L., & Vêras, A. S. C. 2018. Metabolismo de nitrogênio e perdas endógenas em caprinos criados a pasto em região de caatinga. *Revista Ciência Agrícola*, 16(2), 22-33.
- Putnam, D. E., & Varga, G. A. 1998. Protein density and its influence on metabolite concentration and nitrogen retention by Holstein cows in late gestation. *Journal of dairy science*, 81(6), 1608-1618.
- Russell, J. B., O'connor, J. D., Fox, D. G., Van Soest, P. J., & Sniffen, C. J. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. *Journal of animal science*, 70(11), 3551-3561.
- Santo, A. X., Silva, L. D. F., Lançanova, J. A. C., Ribeiro, E. L. A., Mizubuti, I. Y., Fortaleza, A. P. S., & Júnior, F. L. M. 2017. Fracionamento de carboidratos e proteínas, cinética de degradação ruminal in vitro pela técnica de produção de gás, de rações suplementares contendo torta de girassol. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 69(1), 234-242.

- Santos, J. E. P., DePeters, E. J., Jardon, P. W., & Huber, J. T. 2001. Effect of prepartum dietary protein level on performance of primigravid and multiparous Holstein dairy cows. *Journal of dairy science*, 84(1), 213-224.
- Satter, L. D., and L. L. Slyter. 1974. Effect of ammonia concentration of rumen microbial protein production in vitro. *Br. J. Nutr.* 32: 199-208.
- Siqueira, M.C.B., Ferreira, M.A., Monnerat, J.P.I.S., Silva, J.L., Costa, C.T.F., Da Conceição, M.G., De Andrade, R.P.X., Barros, L.J.A., Melo, T.T.B., 2017. Optimizing the use of spineless cactus in the diets of cattle: Total and partial digestibility, fiber dynamics and ruminal parameters. *Animal Feed Science and Technology*, 226, 56–64.
- Storm, E., & Orskov, E. 1983. The nutritive value of rumen micro-organisms in ruminants: 1. Large-scale isolation and chemical composition of rumen micro-organisms. *British Journal of Nutrition*, 50(2), 463-470.
- Van Saun, R. J., Idleman, S. C., & Sniffen, C. J. 1993. Effect of undegradable protein amount fed prepartum on postpartum production in first lactation Holstein cows. *Journal of dairy science*, 76(1), 236-244.
- Van Soest, P. J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. Cornell university press
- Tedeschi, L. O., Galyean, M. L., & Hales, K. E. 2017. Recent advances in estimating protein and energy requirements of ruminants. *Animal Production Science*, 57(11), 2237-2249.

CAPÍTULO 1 - Perfil ruminal e comportamento ingestivo de ovinos alimentados com dietas oscilantes em proteína

1 **Resumo**

2 Objetivou-se avaliar se o nível proteico oscilante interfere sobre consumo, digestibilidade
3 e parâmetros ruminais de ovinos. de modo que permita o melhor aproveitamento do
4 nitrogênio dietético. O experimento foi realizado utilizando quarto ovinos, com peso inicial
5 médio 58 kg ($\pm 5,6$ kg) distribuídos em um delineamento Quadrado Latino, 4x4. Os
6 tratamentos foram compostos de uma dieta controle (CONTROLE), sem restrição temporal da
7 proteína dietética; duas intensidades temporais de restrição proteica, o primeiro com variações
8 de 24 horas e o segundo com 48 horas (T-24 e T-48, respectivamente) e por último o
9 tratamento controle negativo (T-RESTRI) constituído de moderada (20%) restrição proteica
10 durante todo o período experimental visando avaliar a influência sobre consumo e
11 digestibilidade aparente dos nutrientes, além dos níveis ruminais de nitrogênio amoniacal, pH,
12 ácidos graxos voláteis e seus constituintes. Os consumos e as digestibilidades aparente de
13 matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), nutrientes digestíveis totais (NDT), extrato
14 etéreo (CEE), Fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) não
15 diferiram entre as dietas, mas o consumo de proteína bruta (CPB) diferiu com as médias do T-
16 RESTRI menor que as dos demais tratamentos. As variáveis Nitrogênio amoniacal (N-NH₃),
17 pH ruminal e a produção total de ácido graxos voláteis (AGV) não apresentaram diferenças
18 significativas entre as médias de todos os tratamentos, porém as concentrações médias dos
19 constituintes do AGV nos tratamentos que adotaram a estratégia de oscilação proteica (T-24 e
20 T-48) apresentaram a produção de acetato maiores e a produções de propoanato inferiores
21 comparadas a médias dos tratamentos CONTROLE e T-RESTRI. Conclui-se que o
22 fornecimento proteico oscilante na dieta de ovinos não apresentou modificações no perfil
23 ruminal.

24 **Palavras chaves:** Estratégia alimentar, Eficiência, Nitrogênio amoniacal. Ácidos graxos
25 voláteis

26 **Introdução**

27 A intensificação da produção animal com objetivo de suprir a demanda crescente da
28 população por produtos de origem animal, traz, inevitavelmente, aumento na excreção de
29 poluentes, sendo muitos destes, resultantes do processo da digestão dos animais (Batista et al.,
30 2017).

31 Dentre os potenciais poluentes oriundos da produção animal, o Nitrogênio (N) apresenta
32 grande importância nutricional, econômica e ambiental, sendo esta última danosa quando há
33 excreção excessiva de N no meio ambiente, levando a eutrofização das águas superficiais,
34 contaminação das águas subterrâneas, poluição atmosférica e de terra cultivada (Dijkstra et
35 al., 2011; Abbasi et al., 2018).

36 Os principais produtos finais oriundos da degradação de proteínas dietética no ambiente
37 ruminal são peptídeos, aminoácidos (AA) e NH_3 e, somado a estes, a exigência proteica do
38 ruminante é suprida, também, pelos produtos da síntese de proteína microbiana, de alto valor
39 biológico, com cerca de 80% sendo digerido pelo animal é responsável por prover o maior
40 aporte dos aminoácidos absorvidos pelos ruminantes, de modo que, com a adoção de
41 estratégias alimentares que permitam melhora na eficiência na utilização do N dietético,
42 aumentando o desenvolvimento do animal bem como reduzindo a eliminação do nitrogênio
43 no meio ambiente (Valadares Filho et al., 2016; Nasem, 2016; Amaral et al., 2018; Menezes
44 et al., 2019).

45 Dentre as estratégias estudadas acerca da elevação da eficiência na utilização de
46 nitrogênio, o fornecimento oscilante de proteína bruta na dieta dos ruminantes, embora ainda
47 incipiente nos estudos, é uma alternativa que se apresenta como promissora através do
48 aumento na concentração de N-NH_3 ruminal, o que torna o ambiente ruminal mais propício ao
49 aumento na síntese de proteína microbiana e retenção de N (Khattab & Abdel-Wahed, 2018).

50 Porém, outro trabalho, utilizando a mesma estratégia supramencionada, mostrou que a
51 oscilação dietética no fornecimento de proteína bruta em intervalos de 48 h não teve efeitos
52 sobre o metabolismo do N ruminal e eficiência microbiana. (Amaral et al., 2016).

53 Deste modo, devido à escassez e divergências dos estudos relacionados a tal estratégia,
54 torna-se importante desenvolver mais estudos para subsidiar um melhor entendimento de
55 modo a confirmar ou refutar a influência positiva na adoção de tal estratégia.

56 Assim, objetivou com esse estudo, analisar a influência da adoção da estratégia alimentar
57 do fornecimento oscilante de proteína bruta na dieta de ruminantes sobre o perfil ruminal.

58 **Material e métodos**

59 **Local e período de realização dos experimentos**

60 O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal
61 Rural de Pernambuco, localizado no município de Recife, PE.

62 Todos os procedimentos experimentais com os animais foram aprovados pela Comissão
63 de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFRPE (licença nº 046/2018)

64 **Animais e instalações**

65 Foram utilizados quatro ovinos fistulados no rúmen e com peso corporal médio de 58 kg
66 ($\pm 5,6$ kg), distribuídos em quatro tratamentos, os quais foram mantidos em baias individuais
67 de madeira, com piso ripado suspenso, contendo cochos e bebedouros.

68 Os animais foram submetidos a aplicação de vermífugo contra endo e ectoparasitas.

69 **Tratamentos e delineamento experimental**

70 O estudo foi realizado através de um experimento, em esquema de quadrado latino 4x4,
71 com tratamentos compostos de uma dieta controle, sem restrição temporal da proteína
72 dietética, duas intensidades temporais de restrição proteica e um quarto tratamento controle
73 negativo, constituído de moderada (20%) restrição proteica durante todo o tempo.

74 Para este fim, três rações experimentais foram formuladas de acordo com as
75 recomendações do NRC (2007). A primeira com 100% da recomendação proteica (R100) para
76 atender integralmente os requerimentos nutricionais; uma segunda, cujos requerimentos de
77 proteína bruta foram atendidos em apenas 80% (R80) do recomendado pelo NRC (2007) e ,
78 por último, outra dieta cuja formulação atendeu além dos requerimentos de proteína bruta,
79 contendo 120% (R120) das mesmas recomendações.

80 As dietas foram ajustadas ao final de cada período experimental, de acordo com o novo
81 peso corporal dos animais. Os ingredientes da dieta basal foram: milho moído, farelo de soja,
82 ambos moídos em peneira de crivo de 5 milímetros e Feno de Tifton 85 moídos em peneira
83 de crivo de 12 milímetros , conforme descrito abaixo:

84 1) Sem restrição (CONTROLE) - Ração R100 durante todo o período experimental;

85 2) Restrição a cada 24 h (T-24) - dietas com teor proteína oscilando em intervalos de 24
86 horas (i.e. R120, R80, R120, R80, ...);

87 3) Restrição a cada 48 h (T-48) dietas com teor proteína oscilando a cada intervalo de 48
88 horas (i.e. R120, R120, R80, R80, R120, R120...);

89 4) Com restrição (T-RESTRI) - R80 durante todo o período experimental.

90 A relação volumoso e concentrado foi 25:75.

91 **Manejo experimental**

92 Os animais passaram por um período pre-experimental de 10 dias para adaptação às
93 instalações e ao manejo e a dieta com 75% de concentrado. Após esse período, foram pesados
94 e distribuídos aos tratamentos experimentais, com cada período experimental composto por
95 24 dias, sendo, 16 dias destinados a adaptação dos animais à dieta (tratamento) e oito dias
96 para coletas de amostras, com duração total do ensaio experimental de 96 dias.

97 Os animais foram alimentados uma vez ao dia, às 8 horas, na forma de mistura completa,
98 sendo que o alimento fornecido e as sobras foram pesados diariamente para a determinação do
99 consumo e ajuste do alimento fornecido, de maneira a garantir sobras em torno de 10%. A
100 oferta de água foi à vontade.

101 **Composição bromatológica dos alimentos**

102 As amostras compostas dos alimentos fornecidos, das sobras e das fezes foram moídas
103 (Marconi®, Modelo MA 340, Brasil) passando por peneira com crivo de 1 mm e feitas as
104 análises químicas-bromatológicas, segundo a AOAC (1990), para determinação de MS a
105 105°C por gravimetria (código 930.04), PB pelo método Kjeldhal ($N \times 6,25$) (código 984.13),
106 extrato etéreo por extração com éter de petróleo (código 920.39), cinza por ignição a 600°C
107 (código 942.05). Nas amostras de conteúdo ruminal (frações sólida e líquida) moídas a 1 mm
108 foi feita a determinação de MS por gravimetria.

109 Para a determinação de FDN_i, amostras (processadas em peneiras de 2 mm) de alimentos,
110 sobras e conteúdo ruminal foram incubadas no rúmen de um bovino durante 288 horas,
111 segundo Krizsan e Huhtanen (2013), usando sacos de TNT (Valente et al., 2011) para a
112 posterior determinação do teor de FDN.

113 Foram feitas as determinações de FDN (ingredientes, sobras, fezes, material incubado no
114 rúmen) com alfa-amilase termoestável e sem uso de sulfito de sódio (Mertins, 2002) usando
115 sacos de TNT (Valente et al., 2011), e só nos ingredientes quantificou-se a fibra em
116 detergente ácido (FDA) e lignina por hidrólise ácida, segundo Van Soest (1973), exceto a
117 lignina da PM que foi feita por oxidação com permanganato de potássio (Van Soest; Wine,
118 1968). A FDN foi corrigida para cinzas (Mertens et al., 2002) e corrigida para compostos
119 nitrogenados (Licitra ; Hernanez; Van Soest, 1996) (FDN_{ncp}).

120 Os carboidratos totais (CHOT) foram calculados segundo Sniffen et al. (1992), onde:
121 $CHOT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$. Os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram
122 estimados segundo Detmann & Valadares Filho (2010), onde: $CNF = 100 - (\%FDN_{ncp} + \%EE$
123 $+ \%MM + PB)$, em que PB = teor de proteína bruta, FDN_{ncp} = fibras em detergente neutro
124 corrigido para cinzas e proteínas, MM = matéria mineral.

125 **Estimativa do consumo e da Digestibilidade**

126 O consumo individual foi determinado por meio da média de ingestão do 17º ao 20º dias
127 de cada período experimental, descontadas as respectivas sobras, durante o período que
128 compreende o período de coleta de cada período experimental.

129 Foram avaliados os coeficientes de digestibilidades da MS, MO, PB, EE, FDN, FDA e
130 CNF, sendo utilizado o método de coleta total de fezes. O período de coleta de fezes foi
131 composto pelos mesmos quatro dias, iniciando-se no 17º dia de cada período experimental,
132 quando as fezes foram retiradas das bolsas coletoras duas vezes ao dia. Após a coleta, as fezes
133 foram pesadas e acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenados a -10°C,
134 sendo posteriormente descongeladas, pesadas e colocadas em estufa a 55°C por 72 horas,
135 moídas com peneira de 1 mm e homogeneizadas para posteriores análises. Os coeficientes de
136 digestibilidade (CD) da MS, MO, PB, FDN, FDA EE e CNF foram calculados utilizando-se a
137 seguinte fórmula:

138 $CD = [(\text{nutriente consumido} - \text{nutriente excretado nas fezes}) / (\text{nutriente consumido})] \times$
139 100.

140 Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) consumidos foram calculados, segundo
141 Sniffen et al. (1992), pela equação:

142 $NDT = PBD + 2,25 \times EED + CNFD + FDND$.

143 Energia metabolizável (EM) foi calculada seguindo recomendações do NRC (2001), por
144 meio das seguintes equações:

$$145 \quad ED = NDT \times 4,409 \text{ (Mcal/Kg)}; EM = ED \times 0,82.$$

146 **Perfil ruminal**

147 Foram coletadas amostras de conteúdo ruminal no 21^o ao 24^o dia de cada período
148 experimental às 0, 2, 4, 6, e 8 horas após o fornecimento da ração matinal.

149 O material foi colocado sobre três capas de gaze cirúrgica e foi espremido fortemente
150 para extração do líquido, tomando-se uma alíquota de 100 mL na qual foi, imediatamente,
151 mensurado o pH com um potenciômetro (Kasavi, Modelo K39-0014P, Taiwan).

152 O fluido foi dividido em duas alíquotas de 50 mL e acidificado com 1 mL de ácido
153 sulfúrico (1:1) e congeladas a -20° C para posterior determinação da concentração de
154 nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e ácidos graxos voláteis (AGV).

155 Para análise de nitrogênio amoniacal foi utilizada a metodologia (método INCT-CA N-
156 006/1) descrita por Detmann et al. (2012).

157 A análise de AGV foi realizada utilizando cromatógrafo de fase gasosa equipado com
158 detector de ionização de chama e auto injetor, equipado com uma coluna GP (30 m x 0,250
159 mm, 0,25 µm; Chromosorb WAW).

160 Para estimativa da taxa de passagem foi utilizado o modelo matemático descrito por
161 Tedeschi et al (2010).

162 **Análise Estatística**

163 Os dados foram submetidos ao pacote estatístico SAS. A heterogeneidade de variâncias
164 foi testada para todas as variáveis e, quando significativa, definida no modelo pelo comando
165 REPEATED. As médias foram comparadas através do seguinte modelo matemático:

$$166 \quad Y_{ijkl} = \mu + T_i + S_j + P_l + e_{ijkl}$$

167 Onde: Y_{ijkl} = Variável dependente; μ = média geral; T_i = efeito fixo do tratamento i ; S_j =
168 efeito fixo do quadrado latino j ; P_l = efeito fixo do período l ; e_{ijkl} = efeito aleatório do erro
169 associado a cada observação.

170 Significância declarada foi de 5% de probabilidade

171 **Resultados**

172 **Consumo e digestibilidade aparente**

173 A médias dos animais submetidos aos tratamentos sob o fornecimento oscilante de PB e
174 os tratamentos com fornecimento proteico constante foram semelhantes as variáveis de
175 consumo: Matéria Seca (CMS) ($P>0,05$), Materia Orgânica (CMO) ($P>0,05$), Nutrientes
176 Digestíveis Totais (CNDT) ($P>0,05$), Estrato Etéreo (CEE) ($P>0,05$), Fibra em Detergente
177 neutro corrigida para cinzas e proteínas (CFDNcp) ($P>0,05$), e Carboidratos não Fibrosos
178 (CNF) ($P>0,05$), exceto para o consumo da Proteína Bruta (CPB), onde a média referente ao
179 T-RESTRI foi inferior em relação aos demais tratamentos ($P<0,0043$).

180 De forma semelhante ao consumo, os resultados das variáveis referente a digestibilidade
181 (Materia Seca(DMS), Materia Organica (DMO), Nutrientes Digestiveis Totais, Estrato Etereo,
182 Fibra em Detergente Neutro e Carboidratos não Fibrosos) também não diferiram,
183 estatisticamente, entre os tratamentos ($P>0,05$). A Digestibilidade da Proteína Bruta também
184 foi estatisticamente semelhante ($P>0,05$) entre todos os tratamentos.

185 **N-NH₃, pH e AGV**

186 Ao observar a variável N-NH₃ (tabela 4), não foi observado diferença significativa
187 ($P>0,05$) entre os tratamentos. As médias do pH ruminal variaram de 6,07 a 6,15 e, também,
188 não diferiram entre os tratamentos ($P>0,05$).

189 A produção de AGV apresentou médias semelhantes ($P<0,05$) entre os tratamentos,
190 contudo, as proporções dos principais constituintes (acetato, propionato e butirato)
191 apresentaram variações de suas médias entre os tratamentos.

192 O acetato apresentou médias maiores nos tratamentos T-24 e T-48 (não diferindo entre si)
193 seguido do CONTROLE e T-RESTRI, com este último tratamento com menores médias.

194 O propionato, também apresentou médias dos tratamentos T-24 e T-48 similares entre si
195 e inferiores as demais: T-RESTRI e CONTROLE.

196 Com relação ao butirato, as médias dos tratamentos T-24, T-48 e T-RESTRI, foram
197 superiores as médias do tratamento CONTROLE.

198 As medias da taxa de passagem não diferiram entre os tratamentos submetidos aos níveis
199 oscilantes e o CONTROLE, porém, todos estes já citados foram superiores ao T-RESTRI.

200 **Comportamento ingestivo**

201 As medias dos tempos despendidos para alimentação, ruminação, e ócio observadas na
202 tabela 5 não apresentam diferenças estatísticas ($P>0,05$) entre as medias observadas no
203 presente estudo.

204 **Discussão**

205 **Consumo e digestibilidade aparente**

206 Os resultados apresentados (tabela 3) indicam que os animais submetidos ao estudo
207 foram atendidos nutricionalmente, tendo em vista que o CMS não diferiu ($P>0,05\%$) do
208 tratamento controle. Com isso, também é possível afirmar que houve aporte nutricional para o
209 adequado desenvolvimento microbiano (Kidane et al., 2018).

210 O menor consumo de PB observado no T-RESTRI em relação aos demais tratamentos
211 pode ser explicado pelo fato deste tratamento ser constituído de uma dieta com aporte
212 proteico 20% a menos comparado aos outros tratamentos e, somado a isto, o consumo de MS
213 não apresentou variação significativa entre tratamentos, o que resulta em menor CPB.

214 Dentre os estudos que avaliaram o fornecimento oscilante de PB na dieta de ruminantes, é
215 possível observar divergências com relação aos efeitos desta estratégia sob a digestibilidade
216 da MS. Autores como (Ludden et al., 2002; Kiran e Mutsvangwa, 2010; Doranalli et al., 2011
217 e Khattab & Abdel-Wahed, 2018) obtiveram resultados semelhantes ao do presente estudo,
218 para os quais não houve diferenças significativas entre os tratamentos.

219 Em outros estudos, porém, foi observado aumento da digestibilidade aparente da MS para
220 os animais submetidos as oscilações (Archibeque et al., 2007); e Cole (1999) relatou a
221 diminuição do CMS com adoção da estratégia do fornecimento oscilante de PB da dieta às
222 24 e 48 horas para cordeiros.

223 Buscando respostas, nota-se que divergências observadas entre estudos que adotaram esta
224 estratégia alimentar sobre a digestibilidade aparente da MS, estão associadas às diferentes
225 relações volumosos:concentrados, diferenças na digestibilidade e degradabilidade das fontes
226 proteicas, tempo de oscilações de PB, espécies animais e outros componentes da ração, que
227 podem ter influenciado a ponto de modificar a digestibilidade aparente da MS (Khattab &
228 Abdel-Wahed, 2018).

229 **Nitrogênio amoniacal e pH**

230

231 O déficit no fornecimento da proteína dietética ao animal acarreta na deficiência de N no
232 rúmen e conseqüentemente, menores concentrações de N-NH₃, reduzindo a fermentação
233 microbiana e o consumo de matéria seca (Oliveira et al., 2020) além da redução na
234 digestibilidade das fibras (Rufino et al., 2016). Porém, com a adoção da estratégia alimentar
235 testada no presente estudo, os resultados destas variáveis não apresentaram redução quando
236 comparada as medias observadas no tratamento controle.

237 A observação da manutenção estatística entre as medias do N-NH₃ pode ser explicada
238 com a maior disponibilização do N reciclado nos dias de fornecimento proteico restrito,
239 garantindo, assim, maior aporte de N endógeno no rúmen para as bactérias aderidas ao
240 epitélio ruminal, principais responsáveis pela produção do N-NH₃. Tal linha de pensamento é
241 fortalecida tomando como base que a concentração de N-NH₃ ruminal é resultante da
242 diferença entre a quantidade sintetizada no ambiente ruminal através da disponibilização de
243 uma fonte nitrogenada e a quantidade utilizada pelos microrganismos ruminais (Borges et al.,
244 2011; Batista et al., 2017).

245 Outra possibilidade para que a concentração do N-NH₃ ruminal tenha se mantido
246 semelhante pode ser através do mecanismo de redução na absorção do N-NH₃ via sistema
247 porta nos dias em que os animais estavam submetidos a restrição, evitando assim o déficit no
248 suprimento do N-NH₃ para os microrganismos ruminais (Kiran e Mutsvangwa, 2010).

249 Manter a concentração de N-NH₃ ruminal entre 8 e 15mg/dL é fundamental para que não
250 ocorra a limitação produção de proteína microbiana, principalmente para as bactérias
251 celulolíticas, que tem o N-NH₃ como principal fonte de N. Foi observado no presente estudo
252 que as concentrações de N-NH₃ dos animais submetidos estratégia alimentar de fornecimento
253 proteico oscilante se apresentou dentro deste intervalo preconizado, indicando que não
254 ocorreu comprometimento no desenvolvimento microbiano ao se adotar tal estratégia
255 (Detmann et al., 2009).

256 As medias observadas para o pH em todos os tratamentos no presente estudo ficaram
257 próximo a 6,1 (tabela 4), indicando um ambiente ruminal adequado para a atividade
258 microbiana, tendo em vista que quando a faixa de pH for menor que 5,8 o ruminante aciona o
259 mecanismo de inibição do fluxo de N via parede ruminal, reduzindo as concentrações de N-
260 NH₃ promovendo a redução nas atividades microbianas, comprometendo a produção de
261 proteína microbiana (Slyter, 1976).

262 **Produção de AGV e taxa de passagem**

263 A não variação na produção de AGV (tabela 4) está associada a que, exceto para o
264 consumo de PB, não houve variações na proporção forragem:concentrado, no consumo dos
265 demais nutrientes nem na digestibilidade das dietas.

266 Analisar a produção de AGV é importante do ponto de vista do entendimento da
267 dinâmica ruminal, por ser um indicativo de possíveis efeitos da dieta sobre a fermentação
268 ruminal. Deste modo, baseando-se nos resultados deste estudo estar em consonância com
269 outros semelhantes (Amaral et al., 2016; Oliveira et al., 2020), é possível dizer que a
270 estratégia alimentar adotada não influenciou negativamente na produção de AGV.

271 Quanto à composição do AGV produzido (tabela 4), verifica-se que os animais presentes
272 nos tratamentos com níveis proteicos oscilantes apresentaram maior proporção de acetato em
273 relação ao propionato, o que pode ser entendido como uma possível mudança no padrão
274 fermentativo ruminal por parte dos microrganismos presentes no rúmen, devido a possível
275 aumento do N endógeno oriundo da reciclagem nos dias de menor aporte proteico na dieta
276 (Ludden et al., 2002). Assim, por este N endógeno ser mais prontamente utilizado, quando
277 comparado ao dietético, aumenta-se a disponibilidade do N-NH₃ no ambiente ruminal,
278 consequentemente, maior quantidade de substrato para as bactérias celulolíticas, responsáveis
279 pela síntese do acetato (Kang et al., 2017), proliferarem-se.

280 Esta possibilidade de aumento de N endógeno no rúmen pode ser explicado através do
281 aumento na proporção do butirato nos animais submetidos a estratégia alimentar de
282 fornecimento oscilante de PB, tendo em vista que a maior exposição do epitélio ruminal ao
283 butirato pode promover aumento no transporte de ureia no rúmen de ovinos (Norton et al.,
284 1982). Assim, pode ser mais um indicativo da promoção do aumento na reciclagem de N.

285 Ao observar o aumento nas médias das concentrações do acetato (tabela 4) dos animais
286 que foram alimentados com níveis oscilantes de proteína bruta, verifica-se a possibilidade de
287 tal cenário ser explicado pela observação do aumento nas médias da taxa de passagem destes
288 mesmos animais (tabela 4), tendo em vista que os padrões de fermentação ruminal é alterado
289 quando observa-se taxas de passagem maiores, elevando, assim, as concentrações de acetato
290 (Valadares Filho e Pina 2006).

291 O aumento das bactérias *Ruminococcus*, sabidamente como sintetizadora do butirato no
292 ambiente ruminal, foi relatado em estudos que adotaram a estratégia alimentar de
293 fornecimento proteico oscilantes nos dias de menor aporte proteico dietético em ruminantes
294 (Zhang et al., 2021) o que potencialmente promove maior suprimento de uma fonte
295 nitrogenada endógena no interior ruminal.

296 A redução observada na taxa de passagem K_p , nas medias observadas no tratamento sob
297 restrição, volta-se o olhar sob os principais entendimentos dos possíveis fatores que
298 influenciam na taxa de passagem.

299 Um dos fatores que influenciam a taxa de passagem é o nível de ingestão e a proporção
300 de concentrado da dieta (Owens e Goetsh 1986), que notadamente foram semelhantes entre
301 todos os tratamentos estudados, eliminando assim a possibilidade dos resultados observados
302 terem sido influenciado por esses motivos.

303 O tamanho de partícula dos alimentos, também é determinante na alteração da taxa de
304 passagem, uma vez que influencia diretamente no tempo de ruminação, tendo em vista que a
305 mastigação inicial, aquela que ocorre no ato da alimentação, é responsável por responsável
306 cerca de 25% na redução das partículas maiores, enquanto que a mastigação durante a
307 ruminação por 50%. (Aikiman et al., 2008). entretanto, como o presente estudo, as dietas
308 apresentaram granulometria dos alimentos semelhantes em todos os tratamentos, e o tempo
309 despendido para ruminação foram estaticamente semelhantes entre todos os tratamentos como
310 já observado na tabela 5, refuta-se esta possibilidade.

311 Outra possível explicação basear-se na possibilidade do maior aporte de N no ambiente
312 ruminal, nos tratamentos T-24 e T-48, em relação ao T-RESTRI garantindo assim maior
313 suprimento deste nutriente aos microorganismos ruminais, aumentando a velocidade de
314 degradação, o que consequentemente eleva a taxa de passagem (Medeiros et al, 2015)

315 O fato das medias do teor de $N-NH_3$ dos animais submetidos a restrição e dos animais
316 submetidos a níveis oscilantes de PB serem semelhantes e a taxa de passagem do T-24 e T-48
317 ser superior ao do T-RESTRI demonstra que o possível aumento de N, anteriormente
318 discutido, nos animais sob oscilação fomentou o ambiente ruminal com maior aporte de
319 nitrogênio endógeno sinalizando maior reciclagem deste nutriente haja vista que, com a maior
320 taxa de passagem a tendência seria de maior arraste da fonte nitrogenada ali presente, e
321 consequentemente, menor teor de $N-NH_3$ nos animais sob fornecimento oscilantes, fato este
322 não observado.

323 **Comportamento Ingestivo**

324 A semelhança estatística observada nas medias de todos os tratamentos nos tempos
325 despendidos para alimentação, ruminação e ócio, pode ser explicada por dois fatores: tendo
326 como premissa que a fibra o principal elemento constituinte da dieta responsável pela
327 alteração dos padrões ingestivos, uma vez que, estimula o processo mastigatório (Mertens,
328 1997) e, no presente estudo, o percentual de fibra de todas as dietas foram semelhantes, é
329 natural não observar qualquer alteração.

330 Além do teor de fibras, outra característica dos alimentos ofertados na dieta capaz de
331 exercer influência nos tempos despendidos para alimentação, ruminação e ócio é o tamanho
332 das partículas dos alimentos variável esta que também não foi observada entre as dietas, uma
333 vez que, os animais foram submetidos a alimentos com a granulometria semelhantes (Burguer
334 et al., 2000)

335 Sob o ponto de vista da adoção da estratégia alimentar testada no presente estudo,
336 analisando os resultados, é possível afirmar que em níveis oscilantes ou até mesmo em
337 condições de restrição proteica, os animais não modificaram o padrão alimentar.

338 **Conclusão**

339 O fornecimento proteico oscilante na dieta de ovinos não provoca modificações na
340 dinâmica ruminal, mas alterações nas proporções dos diferentes AGV sinalizam maior aporte
341 de nitrogênio endógeno no rúmen.

Tabelas:**Tabela 1.** Composição bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais

Item	FCT³	Milho⁴	Soja⁵
Matéria seca ¹	871,30	88,10	879,30
Matéria orgânica ²	916,80	988,60	935,90
Proteína bruta ²	86,20	90,10	463,00
Extrato etéreo ²	7,54	38,22	32,190
Fibra em Detergente Neutro ²	803,60	149,00	145,20
Carboidratos Não Fibrosos ²	19,67	711,60	318,70
Carboidratos Totais ²	823,27	860,63	443,90

¹(g/kg matéria natural); ²(g/kg matéria seca); ³ Feno de capim tifton; ⁴ Milho grão moído; ⁵ Farelo de soja

Tabela 2. Composição das dietas experimentais com base na matéria seca

Alimentos	Ração com diferentes níveis de requerimentos de proteína bruta		
	(g/kg ms)		
	R80	R100	R120
Feno de capim tifton	250,00	250,00	250,00
Milho grão moído	669,97	605,27	534,37
Farelo de soja	60,00	124,70	195,60
Mistura Mineral	20,03	20,03	20,03
Composição Bromatológica das dietas (g/kg ms)			
Proteína bruta	101,99	129,75	157,31
Matéria orgânica	948,78	944,82	940,89
Matéria mineral	51,22	55,18	59,11
Extrato etéreo	29,38	28,93	28,49
Fibra em detergente neutro	309,51	309,23	308,95
Carboidratos não fibrosos	508,69	479,21	449,93
Carboidratos totais	817,40	786,14	755,09

Tabela 3. Consumo e digestibilidade aparente em ovinos alimentados com dietas contendo concentrações oscilantes de proteína bruta

Variável	Tratamentos				EPM	P-Valor
	Controle	T-24	T-48	T-Restri		
Consumo (g/dia)						
Matéria Seca	1140	1150	1110	1110	16,42	0,679
Matéria Orgânica	970	960	1010	1020	30,00	0,515
Proteína Bruta	140 ^a	130 ^a	140 ^a	110 ^b	37,17	0,004
Nutrientes Digestíveis Totais	760	760	800	800	30,00	0,650
Estrato Etéreo	30	30	30	30	0,10	0,399
Fibra em Detergente Neutro ¹	320	310	330	330	10,00	0,543
Carboidratos não fibrosos	490	480	500	540	20,00	0,113
Digestibilidade (g/kg)						
Matéria Seca	686,2	683,6	695,3	679,7	3,80	0,159
Matéria Orgânica	698,2	699,6	690,6	686,7	3,10	0,301
Proteína Bruta	735,3	737,2	737,6	728,5	2,10	0,173
Estrato Etéreo	735,4	723,4	733,7	709,1	4,10	0,189
Fibra em Detergente Neutro ¹	594,1	594,1	607,3	590,4	4,90	0,237
Carboidratos não fibrosos	760,1	758,2	767,5	760,3	4,30	0,175

EPM = Erro padrão da média. ¹Corrigida para cinzas e proteínas

Tabela 4. Dinâmica ruminal em ovinos alimentados com dietas contendo concentrações oscilantes de proteína bruta.

Variável	Tratamentos				EPM	P-Valor
	Controle	T-24	T-48	T-Restri		Trat
N-NH ₃ ¹	10,67	10,57	10,41	11,25	0,23	0,391
pH	6,13	6,07	6,08	6,15	0,04	0,559
total AGV ²	79,39	79,46	80,31	80,73	0,68	0,339
Acetato ²	58,21 ^b	60,59 ^a	60,92 ^a	57,27 ^c	0,72	<,0001
Propionato ²	32,39 ^b	28,46 ^a	28,61 ^a	32,45 ^b	1,00	<,0001
Butirato ²	9,37 ^b	10,92 ^a	10,44 ^a	10,25 ^a	0,48	<,0001
Kp ^{3,4}	0,0491 ^b	0,0473 ^b	0,0483 ^b	0,0406 ^a	0,004	0,0037

EPM = Erro padrão da média. ¹mg/dl ²mM ³Kp: taxa de passagem ⁴h⁻¹

Tabela 5. Médias dos tempos (hora/dia) despendidos em alimentação (ALI), ruminação (RUM) e ócio (ÓCIO) de ovinos alimentados com concentrações oscilantes de proteína bruta.

Atividade	Tratamentos				EPM	P-Valor
	Controle	T-24	T-48	T-Restri		Trat
Alimentação	2,99	3,01	2,98	3,03	0,05	0,658
Ruminação	2,26	2,31	2,29	2,32	0,03	0,705
Ócio	18,75	18,69	18,73	18,65	0,08	0,639

EPM = Erro padrão da média.

Referências

- Abbasi, I. H. R., Abbasi, F., Abd El-Hack, M. E., Abdel-Latif, M. A., Soomro, R. N., Hayat, K., & Cao, Y. 2018. Critical analysis of excessive utilization of crude protein in ruminants ration: impact on environmental ecosystem and opportunities of supplementation of limiting amino acids—a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(1), 181-190.
- Amaral, P. M., Mariz, L. D. S., Zanetti, D., Prados, L. F., Marcondes, M. I., Santos, S. A., & Valadares Filho, S. C. 2018. Effect of dietary protein content on performance, feed efficiency and carcass traits of feedlot Nellore and Angus× Nellore cross cattle at different growth stages. *The Journal of Agricultural Science*, 156(1), 110-117.
- Amaral, P., Mariz, L., Del Bianco Benedeti, P., Galoro da Silva, L., Marostegan de Paula, E., Monteiro, H., & Faciola, A. 2016. 0231 Effects of static or oscillating dietary crude protein levels on fermentation dynamics of beef cattle diets using a dual-flow continuous culture system. *Journal of Animal Science*, 94(suppl_5), 109-110.
- Archibeque, S. L., Freetly, H. C., & Ferrell, C. L., 2007. Net portal and hepatic flux of nutrients in growing wethers fed high-concentrate diets with oscillating protein concentrations. *Journal of animal science*, 85(4), 997-1005.
- Batista, E. D., Detmann, E., Valadares Filho, S. C., Titgemeyer, E. C., & Valadares, R. F. D. 2017. The effect of CP concentration in the diet on urea kinetics and microbial usage of recycled urea in cattle: a meta-analysis. *Animal: an international journal of animal bioscience*, 11(8), 1303-1311.
- Cannas, A., 2004. Energy and protein requirements. In: Pulina, G. (Ed.), *Dairy Sheep Nutrition*. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, pp. 31–49.
- Detmann, E., Paulino, M. F., Mantovani, H. C., Valadares Filho, S. D. C., Sampaio, C. B., de Souza, M. A., & Detmann, K. S. 2009. Parameterization of ruminal fibre degradation in low-quality tropical forage using Michaelis–Menten kinetics. *Livestock Science*, 126(1-3), 136-146.
- Detmann, E., Souza, M. A., Valadares Filho, S. C., Queiroz, A. C., Berchielli, T. T., Saliba, E. O. S., Azevedo, J. A. G., 2012. Métodos para análise de alimentos-INCT-Ciência Animal Suprema. Visconde do Rio Branco
- Dijkstra, J., Oenema, O., & Bannink, A., 2011. Dietary strategies to reducing N excretion from cattle: implications for methane emissions. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 3(5), 414-422.

- Furlan, R. L., Macari, M. and Faria Filho, D. E., 2011. Anatomy and Physiology of the Gastrointestinal Tract, In: Berchielli, T.T., Pires, A. V., Oliveira, S. G., Nutrition of ruminants, (Funep, Jaboticabal)
- Hall, M. B., Nennich, T. D., Doane, P. H., & Brink, G. E. 2015. Total volatile fatty acid concentrations are unreliable estimators of treatment effects on ruminal fermentation in vivo. *Journal of dairy science*, 98(6), 3988-3999.
- Kang, J., Zeng, B., Tang, S., Wang, M., Han, X., Zhou, C., ... & Tan, Z. 2017. Effects of *Momordica charantia* polysaccharide on in vitro ruminal fermentation and cellulolytic bacteria. *Italian Journal of Animal Science*, 16(2), 226-233.
- Kidane, A., Overland, M., Mydland, L. T., & Prestløkken, E., 2018. Interaction between feed use efficiency and level of dietary crude protein on enteric methane emission and apparent nitrogen use efficiency with Norwegian Red dairy cows. *Journal of animal science*, 96(9), 3967-3982.
- Kiran, D., & Mutsvangwa, T. 2010. Effects of partial ruminal defaunation on urea-nitrogen recycling, nitrogen metabolism, and microbial nitrogen supply in growing lambs fed low or high dietary crude protein concentrations. *Journal of animal science*, 88(3), 1034-1047.
- Khatab, I. M., & Abdel-Wahed, A. M. 2018. effect of oscillating crude protein content on nitrogen utilization, milk production and performance of sheep. *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds*, 21(2), 373-380.
- Licitra, G., Hernandez, T. M., & Van Soest, P. J., 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal feed science and technology*, 57(4), 347-358.
- Ludden, P. A., T. L. Wechter, and B. W. Hess. 2002. Effect of oscillating dietary protein on nutrient digestibility, nitrogen metabolism, and gastrointestinal organ mass in sheep. *J. Anim. Sci.* 80:3021-3026.
- Medeiros, S. R., & MARINO, C. 2015. Proteínas na nutrição de bovinos de corte. *Embrapa Gado de Corte-Capítulo em livro científico (ALICE)*.
- Menezes, A. C. B., Valadares Filho, S. C., Pacheco, M. V., Pucetti, P., Silva, B. C., Zanetti, D., & Caton, J. S. 2019. Oscillating and static dietary crude protein supply. I. Impacts on intake, digestibility, performance, and nitrogen balance in young Nellore bulls. *Translational Animal Science*, 3(4), 1205-1215.
- NASEM - National Academies of Sciences, Engineering, and medicine., 2016. Nutrient requirements of beef cattle. National Academies Press.

- Norton, B. W., Janes, A. N., & Armstrong, D. G. 1982. The effects of intraruminal infusions of sodium bicarbonate, ammonium chloride and sodium butyrate on urea metabolism in sheep. *British Journal of Nutrition*, 48(2), 265-274.
- NRC - National Research Council., 2007. Nutrient requirements of small ruminants. Washington: National Academic Press, 384p.
- Oliveira, C. R. N., Santos, S. A., Mariz, L. D. S., Carvalho, G. G. P., de Azevêdo, J. A. G., Tosto, M. S. L., & dos Santos, A. C. S. 2020. Dietary phase-feeding as feedlot strategy for Santa Ines lambs: performance, N retention and meat quality. *Livestock Science*, 104106.
- Rufino, L. M., Detmann, E., Gomes, D. Í., dos Reis, W. L. S., Batista, E. D., de Campos Valadares Filho, S., & Paulino, M. F. 2016. Intake, digestibility and nitrogen utilization in cattle fed tropical forage and supplemented with protein in the rumen, abomasum, or both. *Journal of animal science and biotechnology*, 7(1), 11.
- Sniffen, C. J., O'connor, J. D., Van Soest, P. J., Fox, D. G., & Russell, J. B., 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of animal science*, 70(11), 3562-3577.
- Valadares Filho, S. C., L. F. C. Silva, M. P. Gionbelli, P. P. Rotta, M. I. Marcondes, M. L. Chizzotti, and L. F. Prados. 2016. BR-Corte: Nutrient requirements of Zebu and crossbred. 3 ed. Suprema Grafica Ltda, Viçosa, MG
- Valente, T. N. P., Sampaio, C. B., Lima, E. D. S., Deminicus, B. B., Cezário, A. S., & Santos, W. B. R. D. 2017. Aspects of acidosis in ruminants with a focus on nutrition: a review. *J Agric Sci*, 9(3), 90-97.
- Tedeschi, L. O., Cannas, A., & Fox, D. G. (2010). A nutrition mathematical model to account for dietary supply and requirements of energy and other nutrients for domesticated small ruminants: The development and evaluation of the Small Ruminant Nutrition System. *Small Ruminant Research*, 89(2-3), 174-184.
- Zhang, N., Teng, Z., Li, P., Fu, T., Lian, H., Wang, L., & Gao, T. (2021). Oscillating dietary crude protein concentrations increase N retention of calves by affecting urea-N recycling and nitrogen metabolism of rumen bacteria and epithelium. *Plos one*, 16(9), e0257417.

CAPÍTULO 2

CAPITULO 2 - Influência da retenção de nitrogênio sobre o metabolismo de ovinos alimentados com concentrações oscilantes de proteína bruta na dieta

1 **Resumo**

2 Objetivou-se traçar estratégias alimentares que aumente a eficiência na utilização de
3 nitrogênio em ovinos por meio de dietas com níveis oscilantes de proteína bruta, buscando-se
4 aumento na reciclagem da ureia para o melhor aproveitamento do nitrogênio dietético. O
5 experimento foi realizado no departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de
6 Pernambuco, utilizando 4 ovinos, com peso inicial médio 24,9 kg ($\pm 1,3$ kg) distribuídos em
7 um delineamento quadrado latino 4x4. Os tratamentos foram compostos de uma dieta controle
8 (CONTROLE), sem restrição temporal da proteína dietética; duas intensidades temporais de
9 restrição proteica, o primeiro com variações de 24 horas e o segundo com 48 horas (T-24 e T-
10 48, respectivamente) e por último o tratamento controle negativo (T-RESTRI) constituído de
11 moderada (20%) restrição proteica durante todo o período experimental visando avaliar a
12 influência sobre consumo e digestibilidade dos nutrientes, síntese de proteína microbiana e a
13 eficiência de utilização dos compostos nitrogenados dietéticos. Os consumos e as
14 digestibilidades aparente de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), nutrientes
15 digestíveis totais (NDT), extrato etéreo (CEE), Fibra em detergente neutro (FDN),
16 carboidratos não fibrosos (CNF) não diferiram entre as dietas, mas o consumo de proteína
17 bruta (CPB (g/dia)) diferiu ($P < 0,05$) de 137,34 (Controle); 135,49 (T-24), 143,15 (T-48) e
18 112,19 (T-Restri). Já em relação a digestibilidade da PB (g/kg), a dieta T-48 (752,3) foi
19 superior ($P < 0,05$) às dietas Controle (740,7) e T-Restri (704,4), enquanto a dieta T-24 (742,4)
20 se demonstrou intermediária entre o Controle e T-48. O consumo de nitrogênio, nitrogênio da
21 urina, balanço de nitrogênio, nitrogênio absorvido, a eficiência na utilização do nitrogênio,
22 nitrogênio ureico, alantoina, xantina+hipoxantina, purinas excretadas e a produção de proteína
23 microbiana diferiram ($P < 0,05$), sendo inferiores no T-restri em relação aos demais
24 tratamentos para todas as variáveis citadas. Para os parâmetros séricos de N-ureico,
25 aminotransferases e proteínas séricas não foi observada diferença ($P > 0,05$) entre os
26 tratamentos. Desta forma, pode-se inferir que a estratégia alimentar de concentrações
27 oscilantes de PB não implica positivamente na maior retenção de nitrogênio para os ovinos,
28 do ponto de vista metabólico, além de incorporar mais labor e complexidade ao manejo diário
29 de alimentação dos animais em terminação.

30

31 **Palavras chaves:** Alimentação, Balanço de Nitrogênio, Eficiência, Estratégia alimentar,
32 Proteína Microbiana, Sustentabilidade.

33 **Introdução**

34 A recorrência na relação entre a produção animal, principalmente a produção de
35 ruminantes, e os impactos ambientais vem se intensificando ao longo dos anos, através da
36 liberação de alguns poluentes, sendo muitos destes, resultantes do processo da digestão dos
37 animais. Para redução na liberação destes compostos poluentes, tem como alternativa a
38 melhoria na eficiência da utilização de nutrientes, de modo a minimizar suas excreções
39 (Batista et al., 2017).

40 Quando leva-se em consideração os ruminantes, o nitrogênio apresenta como um
41 importante nutriente, principalmente no rúmen, que ao ser utilizado como substrato pela
42 microflora ruminal, permite a multiplicação desses microrganismo, proporcionando, assim, o
43 aumento na síntese de proteína microbiana, componente importante e de alto valor biológico,
44 para produção da proteína metabolizável que é utilizada pelos ruminantes para manutenção e
45 também para funções produtivas (Fachinetto, 2016; Tedeschi et al., 2017). Porém, a
46 conversão de N em produtos comestíveis de proteína, como carne e leite, é muito baixa (20-
47 30%), sendo a maioria dos N da dieta (70-80%) excretada nas fezes e urina o que se torna
48 danoso para o meio ambiente, muitas vezes na forma de NH_3 , que ao ser liberado na
49 atmosfera aumenta consideravelmente a chance de ocorrências da chuva ácida, além das
50 emissões de gases de efeito estufa e má qualidade do ar (Abbasi et al., 2018).

51 Do ponto de vista ambiental, uma alternativa de eficiência no reaproveitamento destes
52 nutrientes excretados através das fezes e urina seria através da coleta destes materiais, trata-
53 los e, assim, serem utilizados para os fins, mas pouco é feito nesta direção, o que faz com que
54 elevadas quantidades de N sejam perdidas para a atmosfera (Carvalho et al., 2018).

55 Já sob a ótica nutricional, pode-se adotar estratégias alimentares de modo que aumente a
56 eficiência na utilização do N por parte dos animais, reduzindo sua excreção. Porém, antes de
57 traçar estratégias deve-se entender de que forma ocorre a excreção do N na urina e fezes.

58 O N excretado via produção fecal é composto, em sua maioria, pelo alimento ofertado
59 não digerido, bem como a proteína microbiana não absorvida, enquanto N excretado via urina
60 tem como predominância a perda de N que foi retido no rúmen devido à degradação de
61 proteína no rúmen (Ghelichkhan et al., 2018).

62 Dentre as estratégias alimentares, o fornecimento de proteína bruta de forma oscilante
63 sinaliza ser eficiente para tal finalidade. Os estudos, embora ainda incipientes, sugerem maior
64 retenção do nitrogênio em ovinos em crescimento quando estes foram submetidos a tal
65 estratégia. Resultados semelhantes também foram observados em bovinos de corte e de leite
66 (Cole 1999; Menezes et al, 2019; Makurumure, 2020; Oliveira et al., 2020).

67 Os pesquisadores que utilizaram desta estratégia reportam que o aumento da retenção do
68 N pelos ruminantes alimentados com fornecimento oscilantes de proteína bruta pode ser
69 atribuído ao aumento da reciclagem de ureia no rúmen, que, na maioria das espécies de
70 mamíferos, uma grande quantidade de nitrogênio ureico endógeno é excretado via urina,
71 porém, os animais ruminantes apresentam a particularidade na reutilização dessa fonte
72 nitrogenada através da supracitada reciclagem de ureia (Menezes et al., 2019).

73 A reciclagem de ureia permite fornecer N ao rúmen para síntese de proteína microbiana
74 independente das condições dietéticas; porém, ganha maior relevância quando a oferta
75 nutricional de N é deficiente, como é o caso nos dias em que os fornecimentos de PB é abaixo
76 da exigência (Mutsvangwa et al., 2016).

77 Desta forma, a hipótese deste trabalho é que a maior retenção de N para os ruminantes
78 submetidos a dietas com estratégia alimentar de concentrações oscilantes de PB promova
79 aumento na disponibilidade de N no ambiente ruminal, no período em que as dietas tiverem
80 baixa concentração de PB.

81 **Material e métodos**

82 **Local e período de realização dos experimentos**

83 O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal
84 Rural de Pernambuco, localizado no município de Recife, PE.

85 Todos os procedimentos experimentais com os animais foram aprovados pela Comissão
86 de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFRPE (licença nº 046/2018)

87 **Animais e instalações**

88 Foram utilizados quartos ovinos, com peso corporal inicial médio de 24,9 kg ($\pm 1,3$ kg)
89 distribuídos ao acaso em quatro tratamentos, os quais foram mantidos em baias individuais de
90 madeira, com piso ripado suspenso, contendo cochos e bebedouros.

91 Os animais foram submetidos a aplicação de vermífugo contra endo e ectoparasitas.

92 **Tratamentos e delineamento experimental**

93 O estudo foi realizado através de um experimento em delineamento quadrado latino 4x4,
94 com tratamentos compostos de uma dieta controle, sem restrição temporal da proteína
95 dietética, duas intensidades temporais de restrição proteica e um quarto tratamento controle
96 negativo constituído de moderada (20%) restrição proteica durante todo o tempo.

97 Para este fim, três rações experimentais foram formuladas de acordo com as
98 recomendações do NRSR (2007) para atender os integralmente os requerimentos nutricionais
99 (R100) de um ovino em crescimento; uma segunda, cujos requerimentos de proteína bruta
100 foram atendidos em apenas 80% (R80) do recomendado pelo NRSR (2007); e, por último,
101 outra dieta cuja formulação que excedeu os requerimentos de proteína bruta, contendo 120%
102 (R120) das mesmas recomendações.

103 As dietas foram ajustadas ao final de cada período experimental, de acordo com o novo
104 peso corporal dos animais. Os ingredientes da dieta basal foram: milho moído, farelo de soja e
105 Feno de Tifton, conforme descrito abaixo:

106 1) Sem restrição (CONTROLE) - Ração R100 durante todo o período experimental;

107 2) Restrição a cada 24h (T-24) - dietas com teor proteína oscilando entre em intervalos de
108 24 horas (i.e. R120, R80, R120, R80, ...);

109 3) Restrição a cada 48h (T-48) dietas com teor proteína oscilando a cada intervalo de 48
110 horas (i.e. R120, R120, R80, R80, R120, R120...);

111 4) Com restrição (T-RESTRI) - R80 durante todo o período experimental.

112 A relação volumoso e concentrado foi 25:75.

113 **Manejo experimental**

114 Todos os animais foram submetidos a um período pré-experimental de 10 dias para
115 adaptação às instalações, ao manejo e a dieta com 75% de concentrado.

116 Após esse período os animais foram pesados e distribuídos aos tratamentos a cada 24 dias
117 de período experimental, sendo, 16 dias de cada período destinado adaptação dos animais a
118 dieta (tratamento) e oito dias para coletas.

119 Os animais foram alimentados uma vez ao dia, às 8 horas, na forma de mistura completa,
120 sendo que o alimento fornecido e as sobras foram pesados diariamente para a determinação do
121 consumo e ajuste do alimento fornecido, de maneira a garantir sobras em torno de 10%. A
122 oferta de água foi à vontade.

123 **Composição bromatológica dos alimentos**

124 As amostras compostas dos alimentos fornecidos, das sobras e das fezes foram moídas
125 (Marconi®, Modelo MA 340, Brasil), passando por peneira com crivo de 1 mm e feitas as
126 análises químicas-bromatológicas, segundo a AOAC (1990), para determinação de MS a
127 105°C por gravimetria (código 930.04), PB pelo método Kjeldhal ($N \times 6,25$) (código 984.13),
128 extrato etéreo por extração com éter de petróleo (código 920.39), cinza por ignição a 600°C
129 (código 942.05).

130 Foram feitas as determinações de FDN utilizando-se alfa-amilase termoestável e sem uso
131 de sulfito de sódio (MERTENS, 2002) usando sacos de TNT (VALENTE et al., 2011b), e só
132 nos ingredientes quantificou-se a fibra em detergente ácido (FDA) e lignina por hidrólise
133 ácida, segundo Van Soest (1973). A FDN foi corrigida para cinza como sugerido por Mertens
134 et al. (2002) e corrigida para compostos nitrogenados (LICITRA; HERNANDEZ; VAN
135 SOEST, 1996) (FDNcp).

136 Os carboidratos totais (CHOT) foram calculados segundo Sniffen et al. (1992), onde:
137 $CHOT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$. Os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram
138 estimados segundo Detmann & Valadares Filho (2010), onde: $CNF = 100 - (\%FDNcp + \%EE$
139 $+ \%MM + PB)$, em que PB = teor de proteína bruta, FDNcp = fibras em detergente neutro
140 corrigido para cinzas e proteínas, MM = matéria mineral.

141 **Determinação do consumo e da Digestibilidade aparente**

142 O consumo individual foi determinado por meio da média de ingestão do 17º ao 20º dias
143 de cada período experimental, descontadas as respectivas sobras, durante o período que
144 compreende o período de coleta de cada período experimental. Foram avaliados os
145 coeficientes de digestibilidades da MS, MO, PB, EE, FDN, FDA e CNF, sendo utilizado o
146 método de coleta total de fezes. O período de coleta de fezes foi composto pelos mesmos 4
147 dias, iniciando-se no 17º dia de cada período experimental, quando as fezes foram retiradas
148 das bolsas coletoras duas vezes ao dia. Após a coleta, as fezes foram pesadas e
149 acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenados a -10°C, sendo posteriormente
150 descongeladas, pesadas e colocadas em estufa a 55 °C por 72 horas, moídas com peneira de 1
151 mm e homogeneizadas para posteriores análises. Os coeficientes de digestibilidade (CD) da
152 MS, MO, PB, FDN, FDA EE e CNF foram calculados utilizando-se a seguinte fórmula:

$$153 \quad CD = [(nutriente\ consumido - nutriente\ excretado\ nas\ fezes) / (nutriente\ consumido)] \times 100.$$

154 Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) consumidos foram calculados, segundo
155 Sniffen et al. (1992), pela equação:

$$156 \quad NDT = PBD + 2,25 \times EED + CNFD + FDND.$$

157 Energia metabolizável (EM) foi calculada seguindo recomendações do NRSR (2007) por
158 meio das seguintes equações:

$$159 \quad ED = NDT \times 4,409 \text{ (Mcal/Kg)}; \quad EM = ED \times 0,82.$$

160 **Coleta de Urina**

161 Simultaneamente às coletas de fezes e o controle do consumo, foi realizada coleta total de
162 urina com auxílio das gaiolas metabólicas e armazenadas em galões de armazenamento
163 contendo 100 mL da solução de H₂SO₄ a 10% v/v para conservação do material.

164 Ao final de cada dia, foi quantificada o volume urinário total e retirada duas subamostras
165 foram retiradas, para posteriores análises de alantoína, xantina, hipoxantina e ácido úrico,
166 além da determinação da concentração de creatinina e nitrogênio total ambas amostras foram
167 armazenadas em frascos plásticos a -15°C até o momento das análises, em que se utilizou kits
168 comerciais LabTest® em Analisador bioquímico automático LABMAX 240® (LabTest,
169 Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil)

170 **Perfil metabólico**

171 Foram coletadas duas amostras de sangue no 21º, 22º, 23º e 24º dia de cada período de
172 experimental, com o objetivo de avaliar, através da análise das concentrações séricas de
173 nitrogênio ureico, aminotransferases e glicose e proteínas séricas por ensaios enzimáticos
174 colorimétricos e leitura em espectrofotômetro.

175 As coletas de sangue de cada animal foram realizadas via veia jugular, aproximadamente
176 a zero e quatro horas após o fornecimento da dieta, em tubos Vacutainer® sem
177 anticoagulantes para determinação dos metabólitos energéticos, proteicos e minerais séricos.
178 Em seguida, as amostras para o perfil bioquímico foram centrifugadas a 3000 x g por 15
179 minutos para a separação do plasma e soro.

180 Depois disso, todas as amostras foram acondicionadas em Eppendorffs® de 2 mL e
181 armazenadas a -20 °C. Os metabólitos séricos foram analisados com kits comerciais
182 LabTest® em Analisador bioquímico automático LABMAX 240® (LabTest, Lagoa Santa,
183 Minas Gerais, Brasil)

184 **Análise Estatística**

185 Os dados foram submetidos ao pacote estatístico SAS. A heterogeneidade de variâncias
186 foi testada para todas as variáveis e, quando significativa, definida no modelo pelo comando
187 REPEATED. As médias foram comparadas através do seguinte modelo matemático:

$$188 \quad Y_{ijkl} = \mu + T_i + S_j + C_k(j) + P_l + e_{ijkl}$$

189 Onde: Y_{ijkl} = Variável dependente; μ = média geral; T_i = efeito fixo do tratamento i ; S_j =
190 efeito fixo do quadrado latino j ; $C_k(j)$ = efeito aleatório do animal k dentro de cada quadrado
191 latino; P_l = efeito fixo do período l ; e_{ijkl} = efeito aleatório do erro associado a cada
192 observação.

193 Significância declarada foi de 5% de probabilidade

194 **Resultados**

195 **Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes**

196 Não foi observado efeito significativo ($P > 0,05$) entre as dietas experimentais para as
197 variáveis de consumo: MS, MO, NDT, EE, FDN, CNF, bem como as mesmas frações em
198 relação à digestibilidade aparente (Tabela 3).

199 Já em relação ao consumo de PB, os animais do T-Restri apresentaram menor consumo
200 quando comparados aos animais dos demais tratamentos. A digestibilidade aparente da PB
201 apresentou foi maior ($P<0,05$) para os animais do T-48 em relação aos animais dos demais
202 tratamentos.

203 **Balanco de nitrogênio**

204 Em relação ao nitrogênio urinário, observou-se maior excreção para os animais do
205 tratamento T-48, seguido do tratamento Controle e T-24, que não diferiram entre si e, por
206 último, os animais submetidos a restrição apresentaram menores excreções de nitrogênio na
207 urina.

208 Com relação aos níveis de nitrogênio observados nas fezes dos animais, não foi
209 observado efeitos significativos entre os tratamentos estudados.

210 Analisando-se o balanço de nitrogênio, nitrogênio absorvido (N abs), bem como a
211 eficiência na utilização de nitrogênio (EUN), houve diferença ($P<0,05$) entre tratamentos. Os
212 animais que receberam a dieta T-Restri apresentaram menores valores quando comparados
213 aos animais dos demais tratamentos.

214 **Níveis de purinas excretadas e produção de proteína microbiana**

215 Os animais submetidos aos níveis proteicos oscilantes apresentaram Nitrogênio Ureico
216 (N-Ureico), Alantoína e o somatório das purinas excretadas semelhante aos animais do
217 tratamento controle, mas a resposta para as mesmas variáveis dos animais do tratamento
218 submetido a restrição foram inferiores ($P<0,05$) aos demais tratamentos, o que resultou em
219 um padrão semelhante para a síntese da proteína microbiana (Tabela 5). Como resultado deste
220 estudo, observa-se (Tabela 5) que os animais submetidos ao nível oscilante de 48 horas
221 apresentaram maiores taxas de excreção quando comparado aos demais.

222 **N-ureico, aminotransferases e as proteínas séricas**

223 Para as variáveis de N-ureico, aminotransferases e as proteínas séricas, não houve efeito
224 significativo ($P>0,05$) entre as dietas experimentais (Tabela 6), além de que os níveis séricos
225 destas variáveis se encontram dentro dos valores estabelecidos para a espécie ovina criadas no
226 Brasil (Silva et al., 2020).

227 **Discussão**

228 **Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes**

229 Os resultados obtidos em relação ao consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes
230 sinalizam que todos os tratamentos utilizados no presente estudo atenderam às necessidades
231 nutricionais dos animais, promovendo o desenvolvimento adequado, uma vez que, mesmo
232 não sendo objeto deste trabalho, foi observado que as médias de peso vivo dos animais
233 aumentaram de 24,9 kg no início primeiro período experimental, para 40,1 kg ao término do
234 quarto e último período experimental.

235 Resultados para o consumo e digestibilidade aparente convergem com os obtidos em
236 outros estudos que utilizaram a estratégia alimentar de fornecimento proteico dietético em
237 níveis oscilantes em vacas em lactação (Kohler 2016; Tebbe, & Weiss, 2020); em bovinos de
238 corte (Cole et al., 2003) e ovinos (Archibeque et al., 2007; Miranda, 2018).

239 Com relação à redução no consumo de PB por parte do T-RESTRI em relação aos
240 demais, é explicado porque os animais alimentados com esta dieta receberam 20% de
241 restrição de PB durante todo período e, desta forma, estava em restrição do consumo de PB.

242 Neste contexto, observa-se que as variações temporais utilizadas neste trabalho, não
243 influenciaram no consumo dos animais (exceto para o tratamento restrito); porém, a
244 digestibilidade aparente de PB nos animais do T-48 foi superior aos dos demais tratamentos, o
245 que pode ser explicado por possível diminuição da taxa de passagem do bolo alimentar nos
246 dias de menor fornecimento proteico e essa maior exposição desses alimentos ao processo
247 fermentativo pode ter promovido aumento na digestibilidade da PB.

248 Tomando com base os valores de consumo e digestibilidade aparente do presente estudo e
249 de outros estudos (Khattab & Abdel-Wahed, 2018; Menezes et al., 2019), são contrários aos
250 resultados obtidos por Cole (1999), que observou redução da digestibilidade aparente da MS
251 em níveis oscilantes, e como possível explicação para divergência encontrada, é que
252 provavelmente sofreram influência da forma como a proteína encontrava-se disponibilizada
253 nos alimentos utilizados, bem como a relação dos níveis de inclusão do concentrado e
254 forragem.

255 **Balanco de nitrogênio**

256 Com relação ao balanço de nitrogênio, verifica-se que as oscilações temporais de PB
257 ensaiadas no presente estudo não provocaram efeito significativo sobre esta variável, como
258 também não alteraram a relação entre o nitrogênio ingerido e o nitrogênio absorvido,
259 indicando que existiu maior eficiência na utilização do nitrogênio nos dias baixo teor proteico
260 na dieta e, possivelmente, os animais retiveram mais nitrogênio nestes dias, garantindo o
261 balanço eficiência de utilização de nitrogênio (EUN) similares aos animais submetidos ao
262 fornecimento estático (Tabela 4).

263 Os resultados obtidos no presente estudo referente a balanço de nitrogênio foram
264 similares aos desenvolvidos por Oliveira et al. (2020), que ao desenvolver estudos com
265 cordeiros alimentados com dietas contendo oscilação de PB também não observou variação
266 na retenção de nitrogênio dos animais submetido aos níveis oscilantes, quando comparados
267 aos animais alimentados por níveis estáticos (Tabela 4).

268 Os resultados diferem dos encontrados por Kohler (2016), que, trabalhando com vacas
269 em lactação submetidas a níveis dietéticos proteicos oscilantes, observou menor retenção de N
270 devido a maior excreção de compostos nitrogenados quando alimentadas com oscilação de 24
271 horas e 48 horas.

272 A falta de efeito sobre a excreção de nitrogênio nas fezes entre os animais submetidos as
273 dietas, também foi observado por Menezes et al. (2016) e Jennings et al. (2018) ao testarem a
274 influência do fornecimento proteico oscilantes em dietas de bovinos em fase de terminação o
275 que até certo ponto já era esperado, visto que estudos que observaram o balanço de nitrogênio
276 relatam que a excreção fecal é mais estável quando comparada a excreção urinária, pois a
277 variação na excreção fecal pode estar mais associada ao aumento da síntese proteica
278 microbiana, e no presente estudo não foi observada diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos
279 controle, t-24 e t-48 (Tabela 5) (Nasem, 2016; Prates et al., 2017; Hristov, et al., 2019).

280 A maior excreção de nitrogênio via urina é um ponto negativo observado no tratamento
281 de maior período de oscilação proteica, devido ao aumento potencial da poluição. Como a
282 excreção nitrogenada urinária é mais solúvel, tendo em vista que esta excreção é geralmente
283 na forma de óxido nitroso, nitrato e/ou amônia impactando na qualidade do ar, solo e água
284 através do processo de lixiviação (Abbasi et al., 2018; Chizzotti et al., 2016).

285 Ao avaliar a influência da oscilação proteica em dietas de bovinos, Menezes et al. (2019)
286 sugerem que ao por em prática a estratégia alimentar de oscilação proteica em 48 h,
287 possivelmente, coincida com o tempo de retenção da digesta no rúmen, o que garantiria
288 maiores taxas de reciclagem de ureia com a dieta com baixo teor de PB.

289 Em seu primeiro estudo utilizando o fornecimento de PB oscilante, Cole (1999), com
290 ovinos, observou aumento significativo para retenção de N quando comparada à dieta de
291 fornecimento proteico constante, o que fez os autores atribuírem ao fato da menor excreção
292 do N via urina pelos cordeiros submetidos à dieta oscilante.

293 Já em um segundo ensaio realizado por Cole et al. (2011), utilizando uma fonte de
294 proteína mais digestível na dieta, foi relatada similaridade entre retenções de N dos cordeiros
295 alimentados com dieta sob oscilação e aqueles alimentados com a dieta de níveis constantes, o
296 mesmo ocorrendo com os estudos que comparou tal estratégia alimentar em bovinos de corte
297 (Amaral et al., 2018), em que a PB oscilante na dieta entre 10 e 14% em intervalos de 48
298 horas não teve efeitos significativos sobre o metabolismo ruminal e eficiência microbiana
299 quando comparada com 12% de PB estática. Estes resultados se assemelham com o
300 apresentado no presente estudo, que também continha, em sua maioria, o fornecimento do
301 alimento de maior degradabilidade do ponto de vista proteico.

302 Neste sentido, a técnica de fornecimento de PB oscilante demonstra não alterar de forma
303 significativa o metabolismo do nitrogênio, porém a variabilidade dos resultados podem ser
304 causadas por vários fatores, incluindo tempo de oscilações do fornecimento de PB,
305 concentrações de PB em dietas requerida pelos animais, degradabilidade da PB da dieta, bem
306 como composição e a capacidade fermentativa da dieta. Desta forma, se faz necessário mais
307 estudos que abordem essas variáveis.

308 **Síntese de Proteína Microbiana**

309 Com relação a síntese de proteína microbiana, os animais alimentados com níveis proteicos
310 oscilantes apresentaram valores semelhantes aos animais submetidos ao tratamento controle,
311 permitindo inferir que ao adotar tal estratégia alimentar não ocorre comprometimento no
312 sincronismo energia-proteína o que permite o pleno desenvolvimento microbiano ruminal,
313 cenário este não observado nos animais submetidos ao tratamento sob restrição proteica,
314 reduzindo o sincronismo (Khattab et al., 2018).

315 A manutenção da síntese da proteína microbiana quando se compara o fornecimento
316 oscilante ao controle pode ser explicado pelo fato de que nos dias de menor aporte de
317 nitrogênio via dieta, seja compensado pelo maior aporte na entrada de N reciclado via epitélio
318 ruminal

319 Ainda analisando a síntese de proteína microbiana, observa-se neste e em outros estudos
320 que adotam tal estratégia, porém com foco em desempenho (Neto et al., 2017; Feitosa et al.,
321 2020; Oliveira et al., 2020), que ovinos nativos possam apresentar como limite da síntese de
322 proteína microbiana próximo aos 70 g PBmic/kg NDT consumido. Mesmo necessitando de
323 estudos específicos para afirmar categoricamente, fica sinalizado que este índice pode ser
324 utilizado como parâmetro para atingir níveis mais elevados da produção potencial.

325 A excreção fracional é de grande importância na observação do aproveitamento do
326 nitrogênio por representar a proporção filtrada no rim e excretada deste nutriente
327 (Wernersbach Filho et al., 2006). Logo, como resultado deste estudo, observa-se (Tabela 5)
328 que os animais submetidos ao nível oscilante de 48 horas apresentaram maiores taxas de
329 excreção fracional quando comparado aos animais demais tratamentos e buscando entender
330 como se deu esse processo, vê-se que a obtenção da excreção fracional se dá através da
331 relação entre o N-ureico e a filtração glomerular de ureia, e mesmo não havendo diferença
332 entre os tratamentos controle, T-24 e T-48, para os dois índices (Tabela 5), a variação entre as
333 respostas dos tratamentos resultou na diferença estatística na excreção fracional.

334 **N-ureico, aminotransferases e as proteínas séricas**

335 Ao analisar os parâmetros de N-ureico, aminotransferases e as proteínas séricas (Tabela
336 6) e tendo como referência os parâmetros dos metabólitos bioquímicos traçados para ovinos
337 criados no Brasil, vê-se que, ao adotar as oscilações na forma de estratégia alimentar, não
338 houve comprometimento em nenhum segmento digestivo do animal, uma vez que todas as
339 médias se encontram dentro dos padrões de normalidade (Silva et al., 2020).

340 Avaliar as concentrações enzimáticas de AST e GGT é muito importante quando se
341 estuda estratégias alimentares a nível metabólico, tendo em vista que através destes, é possível
342 identificar algum comprometimento hepático, e tomando como base os parâmetros
343 observados para espécie ovina elemento (Brito et al., 2016) e os a valores obtidos no presente
344 estudo, conclui que não houve comprometimento hepático, o que é importante do ponto de
345 vista da reciclagem da ureia, pois é no fígado onde ocorre a metabolização deste (Lobley et
346 al., 2000)

347 A função hepática também pode ser avaliada por meio da concentração de Albumina.
348 Sintetizada pelo fígado, tem como função principal o transporte de diversos metabólitos pelo
349 organismo através do sistema sanguíneo e alterações dos níveis séricos destas variáveis
350 sinaliza problemas hepáticos, alterações estas não observadas no presente estudo (Carvalho &
351 Machado, 2018).

352 A variação dietética do nível de nitrogênio pode influenciar negativamente no
353 funcionamento dos rins através de uma possível sobrecarga deste nutriente, comprometendo
354 as funções renais, e através da análise dos níveis séricos de N-Ureico permite estimar alguma
355 anormalidade no sistema renal (Brito et al., 2016). Como os níveis observados estão dentro da
356 faixa preconizada pelo pleno funcionamento dos rins, assim, estima-se que não interferiram
357 negativamente no funcionamento renal. (Silva et al., 2020).

358 Assim como os demais componentes séricos já discutidos nesse estudo, os níveis dos
359 minerais em todos os tratamentos também se encontram dentro dos parâmetros preconizados
360 para a espécie ovina. Vale salientar que resultados diferem aos obtidos por Cole (1999), que
361 observou em cordeiros alimentados com o fornecimento proteico oscilante de 48 horas
362 apresentaram maior concentração de fósforo e os autores atribuíram este evento a uma
363 possível maior capacidade de retenção de nitrogênio.

364 **Conclusão**

365 A estratégia alimentar de concentrações oscilantes de PB, do ponto de vista metabólico,
366 não implica positivamente na maior retenção de nitrogênio para os ovinos nativos.

367 A oscilação, enquanto estratégia alimentar, pode incorporar mais labor e complexidade ao
368 manejo diário de alimentação dos animais em terminação e os resultados de desempenho
369 podem apontar vantagens ou não dessa estratégia.

Tabelas:**Tabela 1.** Composição bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais

Item	FCT³	Milho⁴	Soja⁵
Matéria seca ¹	871,30	88,10	879,30
Matéria orgânica ²	916,80	988,60	935,90
Proteína bruta ²	86,20	90,10	463,00
Extrato etéreo ²	7,54	38,22	32,19
Fibra em Detergente Neutro ²	803,60	149,00	145,20
Carboidratos Não Fibrosos ²	19,67	711,60	318,70
Carboidratos Totais ²	823,27	860,63	443,90

¹(g/kg matéria natural); ²(g/kg matéria seca); ³ Feno de capim tifton; ⁴ Milho grão moído; ⁵ Farelo de soja

Tabela 2. Composição das dietas experimentais com base na matéria seca

Alimentos	Ração com diferentes níveis de requerimentos de proteína bruta		
	(g/kg ms)		
	R80	R100	R120
Feno de capim tifton	250,00	250,00	250,00
Milho grão moído	669,97	605,27	534,37
Farelo de soja	60,00	124,70	195,60
Mistura Mineral	20,03	20,03	20,03
Composição Bromatológica das dietas (g/kg ms)			
Proteína bruta	101,99	129,75	157,31
Matéria orgânica	948,78	944,82	940,89
Matéria mineral	51,22	55,18	59,11
Extrato etéreo	29,38	28,93	28,49
Fibra em detergente neutro	309,51	309,23	308,95
Carboidratos não fibrosos	508,69	479,21	449,93
Carboidratos totais	817,40	786,14	755,09

Tabela 3. Consumo e digestibilidade aparente em ovinos alimentados com dietas contendo concentrações oscilantes de proteína bruta

Variável	Tratamentos				EPM	P-Valor
	Controle	T-24	T-48	T-Restri		
Consumo (g/dia)						
Matéria Seca	1029,81	1017,96	1067,56	1080,25	40,25	0,651
Matéria Orgânica	972,97	960,43	1007,97	1024,42	30,65	0,515
Proteína Bruta	137,34 ^a	135,49 ^a	143,15 ^a	112,19 ^b	4,31	0,004
Nutrientes Digestíveis Totais	765,69	762,59	794,89	803,21	30,00	0,650
Estrato Etéreo	29,85	29,41	30,99	31,81	0,11	0,399
Fibra em Detergente Neutro	291,27	287,81	301,93	306,91	10,47	0,543
Carboidratos não fibrosos	513,47	507,74	531,21	572,76	20,84	0,113
Digestibilidade (g/kg)						
Matéria Seca	736,86	744,4	738,87	729,84	3,82	0,159
Matéria Orgânica	758,24	764,0	759,11	754,83	3,18	0,301
Proteína Bruta	740,70 ^b	742,4 ^{ab}	752,38 ^a	704,49 ^c	2,14	<0,001
Estrato Etéreo	777,00	785,22	783,83	772,38	4,19	0,189
Fibra em Detergente Neutro	593,72	627,34	601,54	571,55	4,98	0,237
Carboidratos não fibrosos	798,57	814,37	808,30	809,13	4,33	0,175
Nutrientes Digestíveis Totais	739,49	749,76	746,84	742,97	2,91	0,177

EPM = Erro padrão da média.

Tabela 4. Balanço de nitrogênio em ovinos alimentados com dietas contendo concentrações oscilantes de proteína bruta.

Variável	Tratamentos				EPM	P-Valor
	Controle	T-24	T-48	T-Restri		Trat
Consumo de Nitrogênio (g/dia)	21,96 ^a	21,64 ^a	22,92 ^a	17,98 ^b	0,69	0,002
Nitrogênio na urina (g/dia)	7,50 ^b	7,21 ^b	8,00 ^a	6,12 ^c	0,11	<0,001
Nitrogênio nas fezes (g/dia)	5,69	5,51	5,66	5,32	0,18	0,433
Balanço de nitrogênio (g/dia)	8,76 ^a	8,92 ^a	9,26 ^a	6,54 ^b	0,41	0,008
N Abs ¹ (g/dia)	16,26 ^a	16,13 ^a	17,26 ^a	13,36 ^b	0,48	0,002
EUN ² (%)	39,86 ^a	40,80 ^a	40,09 ^a	36,10 ^b	0,61	0,003
NUri:N Abs ³ (%)	46,19	45,31	46,76	46,03	0,78	0,319

EPM = Erro padrão da média. ¹ Nitrogênio Absorvido. ² Eficiência na utilização de nitrogênio. ³ Relação do nitrogênio urinário com o nitrogênio absorvido

Tabela 5. Níveis de purinas excretadas, produção de proteína microbiana e excreção fracional de ovinos alimentados com concentrações oscilantes de proteína bruta.

Variável	Tratamentos				EPM	P-Valor
	Controle	T-24	T-48	T-Restri		Trat
N-Ureico (g/dia)	3,01 ^a	3,96 ^a	3,68 ^a	2,87 ^b	0,22	0,033
Alantoina (mmol/dia)	8,36 ^s	7,79 ^a	8,42 ^s	6,48 ^b	0,23	0,002
Ac. Urico (mmol/dia)	0,93	0,85	0,89	0,77	0,04	0,688
Xantina+hipoxantina (mmol/dia)	0,63 ^b	0,63 ^b	0,79 ^a	0,59 ^b	0,02	0,003
Purinas excretadas (mmol/dia)	9,93 ^a	9,29 ^a	10,10 ^a	7,84 ^b	0,26	0,001
Produção de proteína microbiana (g/dia)	53,13 ^a	49,53 ^a	54,01 ^a	41,34 ^b	1,48	0,002
g P _{mic} /kg de NDT	69,35 ^a	64,91 ^a	68,16 ^a	51,49 ^b	1,94	<,001
Creatinina (g/dia)	0,66	0,81	0,70	0,74	0,03	0,243
Filtragem glomerular de ureia (g/dia)	11,92	14,22	11,92	13,21	0,57	0,504
Excreção Fracional (%)	24,19 ^{bc}	27,86 ^{ab}	30,82 ^a	21,86 ^c	1,24	0,001

EPM = Erro padrão da média.

Tabela 6. Teores séricos de N- ureico, aminotransferases, e proteínas séricas de ovinos alimentados com concentrações oscilantes de proteína bruta.

Variável	Tratamentos					EPM	P-Valor
	Controle	T-24	T-48	T-Restri			
N-Ureico (mg/dl)	12,19	11,27	11,64	11,03	0,34	0,117	
Proteína (g/dl)	6,91	7,13	7,39	7,17	0,41	0,872	
Albumina (g/dl)	2,45	2,42	2,52	2,59	0,16	0,865	
Creatinina (g/dl)	0,87	1,16	0,81	1,75	0,47	0,486	
Creatinina k (mg/dl)	172,13	168,01	168,01	146,62	22,41	0,409	
Frutosamina(mg/dl)	152,25	144,44	156,06	138,44	8,24	0,448	
Colesterol (mg/dl)	41,53	45,78	51,37	49,48	5,52	0,609	
Triglicérides (mg/dl)	10,44	10,23	10,95	14,96	2,42	0,862	
Fosfatase Alcalina Liquiforme (mg/dl)	313,92	280,31	345,53	290,36	35,84	0,586	
Aspartatoaminotransferase (AST) (UI/L)	88,84	82,47	93,82	71,85	5,81	0,071	
Gamaglutamiltransferase (GGT) (UI/L)	59,3	48,43	45,13	53,06	11,96	0,849	
Ácido úrico (mg/dl)	0,04	0,05	0,04	0,03	0,01	0,565	
Magnésio (mg/dl)	2,58	2,57	2,64	2,58	q0,18	0,958	
Fósforo (mg/dl)	9,35	7,28	8,38	9,36	0,62	0,081	
Cálcio (mg/dl)	7,38	7,37	7,79	7,16	0,44	0,764	
Alumínio (mg/dl)	11,28	11,23	11,75	9,28	1,85	0,787	
Sódio (mg/dl)	168,07	182,55	159,83	266,05	35,54	0,158	

EPM = Erro padrão da média.

Referências

- Abbasi, I. H. R., Abbasi, F., Abd El-Hack, M. E., Abdel-Latif, M. A., Soomro, R. N., Hayat, K., & Cao, Y. 2018. Critical analysis of excessive utilization of crude protein in ruminants ration: impact on environmental ecosystem and opportunities of supplementation of limiting amino acids—a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(1), 181-190.
- Amaral, P. M., Mariz, L. D. S., Zanetti, D., Prados, L. F., Marcondes, M. I., Santos, S. A. & Valadares Filho, S. C., 2018. Effect of dietary protein content on performance, feed efficiency and carcass traits of feedlot Nellore and Angus× Nellore cross cattle at different growth stages.
- Archibeque, S. L., Freetly, H. C., & Ferrell, C. L., 2007. Net portal and hepatic flux of nutrients in growing wethers fed high-concentrate diets with oscillating protein concentrations. *Journal of animal science*, 85(4), 997-1005.
- Batista, E. D., Detmann, E., Valadares Filho, S. C., Titgemeyer, E. C., & Valadares, R. F. D. 2017. The effect of CP concentration in the diet on urea kinetics and microbial usage of recycled urea in cattle: a meta-analysis. *Animal: an international journal of animal bioscience*, 11(8), 1303-1311.
- Brito, D. R. B., Rocha, V. D. N. C., Júnior, J. A. A. C., Chaves, D. P., Silva, E. C. V., Coelho, A. P., & Silva, I. C. S. S., 2016. Perfil bioquímico de ovinos alimentados com níveis de inclusão do resíduo úmido de cervejaria. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, 10(4), 572-586.
- Broderick, G. A., & Merchen, N. R., 1992. Markers for quantifying microbial protein synthesis in the rumen. *Journal of Dairy Science*, 75(9), 2618-2632.
- Carvalho, J. R., & Machado, M. V. 2018. New insights about albumin and liver disease. *Annals of hepatology*, 17(4), 547-560.
- Carvalho, T. B., & De Zen, S., 2018. A cadeia de Pecuária de Corte no Brasil: evolução e tendências. *Revista iPecege*, 3(1), 85-99.
- Chizzotti, M. L., Chizzotti, F. H. M., Costa e Silva, L. F., Rotta, P. P., Prados, L. F., & Valadares Filho, S. C., 2016. Nutrição de precisão e manejo ambiental de bovinos de corte. *Produção Animal e Recursos Hídricos*, 105-116.
- Cole, N. A., 1999. Nitrogen retention by lambs fed oscillating dietary protein concentrations. *Journal of animal science*, 77(1), 215-222.
- Cole, N. A., Greene, L. W., McCollum, F. T., Montgomery, T., & McBride, K., 2003. Influence of oscillating dietary crude protein concentration on performance, acid-base

- balance, and nitrogen excretion of steers. *Journal of animal science*, 81(11), 2660-2668.
- Detmann, E., & Valadares Filho, S. C., 2010. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 62(4), 980-984.
- Detmann, E., Souza, M. A., Valadares Filho, S. C., Queiroz, A. C., Berchielli, T. T., Saliba, E. O. S., Azevedo, J. A. G., 2012. *Métodos para análise de alimentos-INCT-Ciência Animal Suprema*. Visconde do Rio Branco.
- Dijkstra, J., Oenema, O., & Bannink, A., 2011. Dietary strategies to reducing N excretion from cattle: implications for methane emissions. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 3(5), 414-422.
- Fachinetto, J. D., 2016. Mudanças processuais no sistema de produção de bovinos de corte e o correspondente impacto ambiental: uma análise de trajetória.
- Feitosa, M. S., Pimentel, P. G., da Silva, E. M. C., Batista, A. S. M., Moreira, G. R., do Rêgo, J. P. A., & de Sales, I. A. 2020. Produção de proteína microbiana em borregos Santa Inês alimentados com resíduo de cervejaria desidratado. *Research, Society and Development*, 9(8).
- Ghelichkhan, M., Eun, J. S., Christensen, R. G., Stott, R. D., & MacAdam, J. W. 2018. Urine volume and nitrogen excretion are altered by feeding birdsfoot trefoil compared with alfalfa in lactating dairy cows. *Journal of animal science*, 96(9), 3993-4001.
- Hristov, A. N., Bannink, A., Crompton, L. A., Huhtanen, P., Kreuzer, M., McGee, M., & Yu, Z. 2019. Invited review: Nitrogen in ruminant nutrition: A review of measurement techniques. *Journal of dairy science*, 102(7), 5811-5852.
- Jennings, J. S., Meyer, B. E., Guiroy, P. J., & Cole, N. A., 2018. Energy costs of feeding excess protein from corn-based by-products to finishing cattle. *Journal of animal science*, 96(2), 653-669.
- Khattab, I. M., & Abdel-Wahed, A. M., 2018. Effect of oscillating crude protein content on nitrogen utilization, milk production and performance of sheep. *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds*, 21(2), 373-380.
- Kidane, A., Overland, M., Mydland, L. T., & Prestløkken, E., 2018. Interaction between feed use efficiency and level of dietary crude protein on enteric methane emission and apparent nitrogen use efficiency with Norwegian Red dairy cows. *Journal of animal science*, 96(9), 3967-3982.

- Kohler, J., 2016. The influence of oscillating dietary crude protein concentrations on milk production and nitrogen utilization in lactating dairy cows (Doctoral dissertation, University of Saskatchewan).
- Lapierre, H., & Lobley, G. E., 2001. Nitrogen recycling in the ruminant: a review. *Journal of Dairy Science*, 84, E223-E236.
- Licitra, G., Hernandez, T. M., & Van Soest, P. J., 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal feed science and technology*, 57(4), 347-358.
- Lobley, G. E., Bremner, D. M., & Zuur, G., 2000. Effects of diet quality on urea fates in sheep as assessed by refined, non-invasive [^{15}N ^{15}N] urea kinetics. *British Journal of Nutrition*, 84(4), 459-468.
- Miranda, M. D. S. 2018. Oscilação na oferta de proteína bruta dietética para ovinos em crescimento.
- Makurumure, A. Y. 2020. Effects of feeding oscillating dietary ruminally-degradable protein levels on production, ruminal function, omasal nutrient flow, and N utilization in dairy cows (Doctoral dissertation, University of Saskatchewan).
- Menezes, A. C. B., Valadares Filho, S. C., e Silva, L. C., Pacheco, M. V. C., Pereira, J. M. V., Rotta, P. P., Rennó, L. N. 2016. Does a reduction in dietary crude protein content affect performance, nutrient requirements, nitrogen losses, and methane emissions in finishing Nellore bulls?. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 223, 239-249.
- Menezes, A. C. B., Valadares Filho, S. C., Pacheco, M. V., Pucetti, P., Silva, B. C., Zanetti, D. & Caton, J. S., 2019. Oscillating and static dietary crude protein supply. I. Impacts on intake, digestibility, performance, and nitrogen balance in young Nellore bulls. *Translational Animal Science*, 3(4), 1205-1215.
- Mutsvangwa, T., Davies, K. L., McKinnon, J. J., & Christensen, D. A. 2016. Effects of dietary crude protein and rumen-degradable protein concentrations on urea recycling, nitrogen balance, omasal nutrient flow, and milk production in dairy cows. *Journal of dairy science*, 99(8), 6298-6310.
- NASEM - National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2016. Nutrient requirements of beef cattle.
- National Research Council., 2007. Nutrient requirements of small ruminants. Washington: National Academic Press, 384p.
- Neto, J. G., dos Santos Pedreira, M., de Oliveira Silva, H. G., Alves, E. M., dos Santos, E. D. J., da Silva, Á. C., & Corrêa, Y. R. 2017. Types of urea and carbohydrate sources in

- diets of lambs: microbial protein synthesis and nitrogen balance. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 18(9), 1-15.
- Oliveira, C. R. N., Santos, S. A., Mariz, L. D. S., Carvalho, G. G. P., de Azevêdo, J. A. G., Tosto, M. S. L., & dos Santos, A. C. S. 2020. Dietary phase-feeding as feedlot strategy for Santa Ines lambs: performance, N retention and meat quality. *Livestock Science*, 239, 104106.
- Prates, L. L., Valadares, R. F. D., Valadares Filho, S. C., Detmann, E., Ouellet, D. R., Batista, E. D. & Silva, B. C., 2017. Investigating the effects of sex of growing Nellore cattle and crude protein intake on the utilization of recycled N for microbial protein synthesis in the rumen by using intravenous ^{15}N ^{15}N -urea infusion. *Animal Feed Science and Technology*, 231, 119-130.
- Rufino, L. M., Detmann, E., Gomes, D. Í., dos Reis, W. L. S., Batista, E. D., de Campos Valadares Filho, S., & Paulino, M. F., 2016. Intake, digestibility and nitrogen utilization in cattle fed tropical forage and supplemented with protein in the rumen, abomasum, or both. *Journal of animal science and biotechnology*, 7(1), 11.
- Silva, D. A. de P. ., Varanis, L. F. M., Oliveira, K. A., Sousa, L. M., Siqueira, M. T. S., & Macedo Júnior, G. de L. . 2020. Parâmetros de metabólitos bioquímicos em ovinos criados no Brasil. *Caderno De Ciências Agrárias*, 12, 1–5.
- Sniffen, C. J., O'connor, J. D., Van Soest, P. J., Fox, D. G., & Russell, J. B., 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of animal science*, 70(11), 3562-3577.
- Tebbe, A. W., & Weiss, W. P. 2020. Effects of oscillating dietary crude protein concentrations on production, nutrient digestion, plasma metabolites, and body composition in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 103(11), 10219-10232.
- Tedeschi, L. O., Galyean, M. L., & Hales, K. E. 2017. Recent advances in estimating protein and energy requirements of ruminants. *Animal Production Science*, 57(11), 2237-2249.
- Wernersbach Filho, H. L., Campos, J. M. D. S., Assis, A. J. D., Valadares Filho, S. D. C., Queiroz, A. C. D., Valadares, R. F. D., & Lana, R. D. P., 2006. Variáveis ruminais, concentração de uréia plasmática e excreções urinárias de nitrogênio em vacas leiteiras alimentadas com concentrado processado de diferentes formas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35(3), 1239-1241.