



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS PROF^a. CINOBELINA ELVAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**Comportamento ingestivo e suas correlações de vacas
lactantes em pastagem tropical com balanço cátion-aniônico
na dieta**

MARILENE DOS SANTOS MACIEL

Bom Jesus – PI

2017

MARILENE DOS SANTOS MACIEL

**Comportamento ingestivo e suas correlações de vacas
lactantes em pastagem tropical com balanço cátion-aniônico
na dieta**

Orientador (a): Prof. Dr. Hermógenes Almeida de
Santana Júnior

Coorientador (a): Prof. Dr. Ricardo Edivan Loiola

Dissertação apresentada ao Campus Prof^ª. Cinobelina
Elvas da Universidade Federal do Piauí, como parte das
exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia,
na área de Produção Animal, linha de pesquisa Nutrição e
Produção de Alimentos, para obtenção do título de Mestre.

Bom Jesus - PI

2017

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial de Bom Jesus
Serviço de Processamento Técnico

M152c Maciel, Marilene dos Santos.

Comportamento ingestivo e suas correlações de vacas lactantes em pastagem tropical com balanço cátion-aniônico na dieta. / Marilene dos Santos Maciel. – 2017.
113 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Campus Prof.^a Cinobelina Elvas, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de Produção Animal (Nutrição e produção de alimentos), Bom Jesus-Pi, 2017.

Orientação: “Prof. Dr. Hermógenes Almeida de Santana Júnior”.

1. Bicarbonato de sódio. 2. Bovino. 3. Eletrolítico.
4. Runimanate. Título I.

CDD 636.208

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS PROF^a. CINOBELINA ELVAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Comportamento ingestivo e suas correlações de vacas lactantes em pastagem tropical com balanço cátion-aniônico na dieta

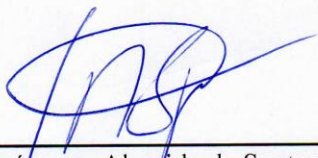
Autor (a): Marilene dos Santos Maciel

Orientador: Prof^o. Dr. Hermógenes Almeida de Santana Júnior

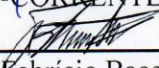
Co-orientador: Prof^o. Dr. Ricardo Edivan Loiola

Aprovada dia 16 de Fevereiro de 2017

Banca Examinadora:



Prof^o. Dr. Hermógenes Almeida de Santana Júnior
UESPI-CORRENTE-PI/PPGZOO



Prof^o. Dr. Fabrício Bacelar Lima Mendes
UESPI-CORRENTE-PI



Prof^o. Dr. Thiago Pereira Motta
UESPI-CORRENTE-PI

Bom Jesus – PI
2017

*Dedico a meu pai **Felisberto Ferreira Maciel** e minha mãe **Mariene Evangelista dos Santos Maciel**. De vocês recebi o dom mais precioso do universo: a vida. Somente por isso já seria eternamente grata. Mas, além dela, vocês ainda me deram amor, carinho, conforto e cultivaram em mim, ainda criança, todos os valores que me transformaram em um adulto responsável e consciente. Também abriram as portas para o meu futuro, muitas vezes sacrificando os seus sonhos em favor dos meus. Vocês não são apenas pais, são amigos e companheiros. Mesmo nas horas em que meus ideais pareciam distantes e inatingíveis e em que o estudo parecia estar além dos nossos limites, vocês estavam presentes, à disposição para me ouvir, orientar, encorajar e nos fazer acreditar que somos vencedores em potencial. Tantas vezes meu cansaço e minha preocupação foram sentidos e compartilhados por vocês, num colo, num afago ou mesmo num silêncio. Por isso existe em mim uma imensa vontade de alcançar o tão sonhado objetivo e ver o sorriso de satisfação e orgulho estampado em seus rostos. Amo vocês!*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser essencial em minha vida, autor do meu destino, meu guia, socorro presente na hora da angústia;

Aos meus irmãos Antusa dos Santos Maciel, Alzemira dos Santos Maciel, Ailson dos Santos Maciel, Geilson dos Santos Maciel e Maisa dos Santos Maciel. Vocês são extraordinários, apesar de todas nossas brigas, apesar de todos os erros, vocês são a minha única certeza de que fariam muitas coisas por mim, sem pedir nada em troca. Obrigada por tudo. Amo vocês eternamente;

Ao meu orientador, Prof. Dr. Hermógenes Almeida de Santana Júnior, ao qual aprendi a admirar e respeitar, pela paciência que teve nos momentos mais difíceis, pelo incentivo e, principalmente, por acreditar em minha capacidade. Saiba que esse trabalho em grande parte é mérito seu;

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Ricardo Edivan Loiola, pela contribuição no âmbito de sugestões nas correções que elevassem o embasamento científico desse trabalho;

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFPI/CPCE que foram tão importantes na minha vida acadêmica;

Ao coordenador do curso de graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Piauí (UESPI), *Campus* de Corrente, Prof. Dr. Maurílio Souza dos Santos, que sempre se demonstrou acessível durante minha estadia na UESPI/Corrente.

À Prof^a. Dr. Elizângela Oliveira Cardoso Santana, por seus ensinamentos, paciência e confiança ao longo das supervisões das minhas atividades e incentivos que tornaram possível a conclusão deste trabalho. Eu posso dizer que a minha formação, inclusive pessoal, não teria sido a mesma sem a sua pessoa;

Aos pesquisadores FAPEPI/DCR, Aracele Prates de Oliveira e Fabrício Bacelar Lima Mendes, pelo convívio, pelo apoio, pela compreensão e pela amizade;

A todos meus amigos e colegas PPGZ/UFPI, pelo incentivo e pelo apoio constantes, em especial a Cibelle Borges Figueiredo, Mário Alves Barbosa Júnior e Raquel Vieira Rodrigues de Souza;

A todos meus amigos e colegas da UESPI/Corrente, em especial a Zeliana Fernandes Oliveira e Elves Souza Cardoso;

Ao grupo de estudos PRORÚMEN, que exerceu como uma base extra para minha formação acadêmica. As conversas durante as reuniões do grupo foram fundamentais;

Ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Piauí, Campus Profª. Cinobelina Elvas, pela oportunidade da realização desse trabalho;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pela concessão de bolsa;

E a todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização dessa conquista, pelas alegrias, tristezas e dores compartilhadas com vocês, as pausas entre um parágrafo e outro, melhoraram tudo que tenho produzido na vida.

*"O sucesso nasce do querer, da
determinação e persistência em se chegar a
um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo,
quem busca e vence obstáculos, no mínimo
fará coisas admiráveis."*

(José de Alencar)

BIOGRAFIA DA AUTORA

Filha de Felisberto Ferreira Maciel e Mariene Evangelista dos Santos Maciel, Marilene dos Santos Maciel, nasceu em 14 de março de 1992, nacionalidade Brasileira, naturalidade de Corrente, Piauí, Brasil.

No primeiro semestre de 2010 (2010.1), ingressou no curso de Bacharelado em Zootecnia pela Universidade Estadual do Piauí (UESPI), *Campus/Núcleo Dep*, Jesualdo Calvacanti Barros, localizado em Corrente, Piauí, Brasil. Obtendo o título de Bacharel em Zootecnia em tempo regular no dia 23 de Agosto de 2014.

No primeiro semestre de 2015 (2015.1), ingressou no Mestrado em Zootecnia pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPGZ), da Universidade Federal do Piauí (UFPI), *Campus Prof^a*. Professora Cinobelina Elvas, localizado em Bom Jesus, Piauí, Brasil. Em 16 de Fevereiro de 2017, logrou sua aprovação para a obtenção do título de mestre em tempo regular.

Sumário

LISTA DE TABELAS	xi
RESUMO GERAL	13
GENERAL ABSTRACT	14
CAPÍTULO 1. Revisão de literatura: Interação entre comportamento ingestivo e balanço cátion-aniônico em vacas lactantes	16
Resumo	16
Summary	17
Introdução.....	17
Equilíbrio ácido-base no metabolismo	18
Bicarbonato de sódio (NaHCO ₃)	20
Balanço cátion-aniônico da dieta (BCAD).....	22
Comportamento ingestivo	25
Correlação.....	28
Considerações Finais	29
Referências	30
CAPÍTULO 2. Comportamento ingestivo de vacas lactantes em pastagem tropical submetida a níveis de balanço cátion-aniônico da dieta	39
Resumo	39
Introdução.....	40
Material e Métodos.....	41
Resultados.....	47
Discussão.....	48
Conclusão	52
Referências	52
CAPÍTULO 3. Correlações entre comportamento ingestivo e consumo alimentar em vacas lactantes	61
Resumo	61
Abstract.....	61
Introdução.....	62
Material e Métodos.....	63
Resultados e Discussão.....	66
Conclusão	73

Referências	74
CAPÍTULO 4. Correlações entre comportamento ingestivo e digestibilidade aparente em vacas lactantes	78
Resumo	78
Summary.....	79
Introdução	79
Material e Métodos	80
Resultados.....	82
Discussão	83
Conclusão	85
Referências	85
CAPÍTULO 5. Correlações entre comportamento ingestivo e características produtivas em vacas lactantes	93
Resumo	93
Abstract.....	93
Introdução	94
Material e Métodos	96
Resultados e Discussão.....	99
Conclusão	108
Referências	108
Considerações Finais	113

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1. Principais sistemas tampão em fluidos corporais	37
---	----

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Características do ambiente, forragem e suplemento experimental	56
---	----

Tabela 2. Consumo diário e comportamento ingestivo de vacas lactantes em pastagem tropical submetidas a balanço cátion-aniônico da dieta, com seus respectivos coeficientes de variação (CV%), equação de regressão (ER) e coeficiente de determinação (R^2).....	57
---	----

Tabela 3. Períodos discretos e aspectos dos bocados do comportamento ingestivo de vacas lactantes submetidas a balanço cátion-aniônico da dieta, com seus respectivos coeficientes de variação (CV%), equação de regressão (ER) e coeficiente de determinação (R^2).....	58
--	----

Tabela 4. Aspectos da ruminação e eficiências do comportamento ingestivo de vacas lactantes em níveis de balanço cátion-aniônico da dieta, com seus respectivos coeficientes de variação (CV%), equação de regressão (ER) e coeficiente de determinação (R^2).....	59
--	----

CAPÍTULO 3

Tabela 1. Definição da intensidade de correlação (r)	66
--	----

Tabela 2. Correlações entre comportamento ingestivo e períodos discretos do comportamento ingestivo com consumo alimentar em vacas lactantes	67
--	----

Tabela 3. Correlações entre aspectos dos bocados e ruminação do comportamento ingestivo com consumo alimentar em vacas lactantes	70
--	----

Tabela 4. Correlações entre eficiências do comportamento ingestivo e consumo alimentar em vacas lactantes	72
---	----

CAPÍTULO 4

Tabela 1. Definição da intensidade de correlação (r)	88
--	----

Tabela 2. Correlações entre comportamento ingestivo e períodos discretos do comportamento ingestivo com digestibilidade aparente em vacas lactantes.....	89
--	----

Tabela 3. Correlações entre aspectos do bocado e aspectos da ruminação do comportamento ingestivo com digestibilidade aparente em vacas lactantes.....	90
--	----

Tabela 4. Correlações entre eficiências do comportamento ingestivo e digestibilidade aparente em vacas lactantes	91
--	----

CAPÍTULO 5

Tabela 1. Definição da intensidade de correlação (r)	99
Tabela 2. Correlações entre comportamento ingestivo e períodos discretos do comportamento ingestivo com características produtivas em vacas lactantes	100
Tabela 3. Correlações entre aspectos dos bocados e ruminação do comportamento ingestivo com características produtivas em vacas lactantes	104
Tabela 4. Correlações entre eficiências do comportamento ingestivo e características produtivas em vacas lactantes.....	108

RESUMO GERAL

MACIEL, S.M. **Comportamento ingestivo e suas correlações de vacas lactantes em pastagem tropical com balanço cátion-aniônico na dieta.** 2017. 113f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, Bom Jesus, 2017.

Objetivou-se, com o presente estudo, avaliar o efeito de níveis de balanço catiônico da dieta (BCAD), sobre o comportamento ingestivo de vacas lactantes em pastagem tropical, assim como as correlações entre o comportamento ingestivo com as variáveis nutricionais e produtivas. Para avaliar os níveis BCAD e as correlações, foram utilizadas 10 vacas lactantes $\frac{3}{4}$ Holandês x $\frac{1}{4}$ Gir Leiteiro, no terço médio de lactação, com média de $70 \pm 4,6$ meses e peso corporal médio de $400 \pm 55,2$ kg. Para os níveis de BCAD, os animais foram distribuídos em cinco tratamentos, em delineamento experimental de quadrado latino 5×5 , com dois quadrados simultâneos. Os tratamentos foram: +237 – Dieta com +237 mEq na MS do suplemento; +258 – Dieta com +258 mEq na MS do suplemento; +294 – Dieta com +294 mEq na MS do suplemento; +347 – Dieta com +347 mEq na MS do suplemento; +419 – Dieta com +419 mEq na MS do suplemento. Para avaliar as correlações, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com 50 unidades experimentais, sendo que cada animal representou uma unidade experimental. As avaliações do comportamento ingestivo foram realizadas no 14º dia de cada período, sendo feitas avaliações a cada cinco minutos, por um período de 24 horas, durante cinco períodos, totalizando 120 horas. Os resultados para os níveis de BCAD foram analisados estatisticamente por meio de análises de variância e regressão a 0,05 de significância com o auxílio do programa SAEG (versão 9.0). As correlações foram feitas por meio de análise de correlações lineares de Pearson e teste 't', 0,05 de significância com o auxílio do programa SAEG (versão 9.0). Os níveis de BCAD não influenciaram ($P > 0,05$) o comportamento ingestivo de vacas lactantes em pastagens, com exceção para o número de períodos de ruminação ($P < 0,05$), que apresentou efeito linear crescente. Para as correlações, observou-se que as variáveis comportamentais tempo de alimentação no cocho (COC), eficiências de alimentação da matéria seca (EAMS), fibra em detergente neutro (EAFDN), nutrientes digestíveis totais (EANDT), proteína bruta (EAPB) e as eficiências da ruminação da matéria seca (ERMS) e fibra em detergente neutro (ERFDN) apresentaram correlações com as variáveis de consumo e digestibilidade aparente. Sobre as variáveis produtivas, observaram-se correlações com o número de períodos em outras atividades, tempo por períodos de ruminação, taxa de bocados, tempo entre deglutições, números de bocados por dia, número de mastigações merícica por bolo. Os níveis de BCAD em grande parte não exerceram efeitos sobre o comportamento, sugerindo que com animais sob essas condições não há necessidade da utilização do NaHCO_3 para manipulação do BCAD. A presença de correlações fortes com algumas variáveis comportamentais sugere que é possível a seleção dessas variáveis, podendo ser utilizadas com finalidade de desenvolver modelos estatísticos que possam prever as características produtivas e nutricionais.

PALAVRAS-CHAVE: bicarbonato de sódio, bovino, correlações, eletrolítico, ruminante

GENERAL ABSTRACT

MACIEL, S.M. **Cation-anion balance in diets for lactating cows in tropical pasture: evaluation and use of ingestive behavior to estimate productive and nutritional characteristics.** 2017. 113f. Dissertation (Master in Animal Science) - Federal University of Piauí, Campus Professor Cinobelina Elvas, Bom Jesus, 2017.

The objective was to evaluate the effect of cationic balance of the diet (BCAD) on the ingestive behavior of lactating cows in tropical pasture, as well as the correlations between ingestive behavior and nutritional and productive variables. To evaluate the BCAD levels and correlations, 10 lactating cows $\frac{3}{4}$ Dutch \pm $\frac{1}{4}$ Gir Leiteiro were used in the middle lactation, with a mean of 70 ± 4.6 months and mean body weight of 400 ± 55.2 kg. For the BCAD levels, the animals were distributed in five treatments, in a 5x5 Latin square experimental design, with two simultaneous squares. The treatments were: +237 - Diet with +237 mEq in the MS of the supplement; +258 - Diet with +258 mEq in supplement MS; +294 - Diet with +294 mEq in the MS of the supplement; +347 - Diet with +347 mEq in supplement MS; +419 - Diet with +419 mEq in the MS of the supplement. To evaluate the correlations, we used the completely randomized design with 50 experimental units, with each animal representing an experimental unit. The evaluations of the ingestive behavior were performed on the 14th day of each period, evaluations were done every five minutes for a period of 24 hours, during five periods, totaling 120 hours. The results for the BCAD levels were analyzed statistically through analysis of variance and regression at 0.05 significance with the aid of the SAEG program (version 9.0). Correlations were made through Pearson's linear correlation analysis and 't' test, 0.05 significance using the SAEG program (version 9.0). The BCAD levels did not influence ($P > 0.05$) the ingestive behavior of lactating cows in pastures, except for the number of rumination periods ($P < 0.05$), which presented a linear increasing effect. For the correlations, it was observed that the behavioral variables of feed in the trough (FTT), dry matter feed efficiency (DMFE), neutral detergent fiber (NDFapFE), total digestible nutrients (TCHFE), crude protein (CPFE) And dry matter rumination (DMRE) and neutral detergent fiber (NDFapRE) efficiencies showed correlations with consumption and apparent digestibility variables. On the productive variables, we observed correlations with the number of periods in other activities, time for rumination periods, bite rate, time between swallows, number of mouthfuls per day, number of mercica chews per cake. The levels of BCAD largely had no effect on behavior, suggesting that animals on such conditions do not need the use of NaHCO_3 for manipulation of BCAD. The presence of strong correlations with some behavioral variables suggests that it is possible to select these variables and can be used to develop statistical models that can predict productive and nutritional characteristics.

KEYWORDS: Bicarbonate of sodium, bovine, correlations, electrolytic, ruminant

CAPÍTULO 1. REVISÃO DE LITERATURA

Elaborada de acordo as Normas da Revista Archivos de Zootecnia

(<https://www.uco.es/ucopress/az/index.php/az>)

- 1 Artículo/Article
2 Nota corta/Short note
3 Revisión/Revisión
4 Carta al Editor/Letter to the Editor
5 In Memoriam



6
7 **Área de nutrición y alimentación de poligástricos/Area of polygastric nutrition and**
8 **feeding.**

9
10 **Interação entre comportamento ingestivo e balanço**
11 **cátion-aniônico em vacas lactantes**

12 **Interaction between ingestive behavior and cation-anion balance of the diet in**
13 **lactating cows**

14
15 **Palavras-chave:**

16 **Ácido-base.**

17 **Correlação.**

18 **Ruminante.**

19 **Tamponante.**

20 **Tempo de pastejo.**

21

22 **Key words:**

23 **Acid-base.**

24 **Correlation.**

25 **Ruminant.**

26 **Buffer.**

27 **Grazing time**

28

29 **Resumo**

30 A utilização do balanço catiônico-aniônico (BCAD) em dietas para vacas em lactação tem como
31 finalidade prevenir a incidência de distúrbios metabólicos, principalmente a acidose ruminal, e
32 consequentemente aumentar a produtividade leiteira. O BCAD age diretamente no equilíbrio ácido-
33 base de ruminantes adultos, podendo influenciar o desempenho da lactação, o metabolismo do cálcio
34 e a utilização do fósforo e manipular outras funções fisiológicas, a fim de beneficiar a saúde e a
35 produtividade das vacas. O uso de tamponantes para vacas leiteiras tem merecido atenção especial na

36 medida em que as exigências nutricionais destes rebanhos foram crescentes. O bicarbonato de
37 sódio tem se tornado o principal tamponante utilizado nas dietas de bovinos devido a sua ação eficaz
38 no organismo, contribuindo dessa forma para a manipulação do BCAD. O comportamento ingestivo
39 destaca-se pela sua importância na avaliação de dietas. No entanto, suas associações através de
40 correlações com os aspectos nutricionais e produtivos possibilitam a seleção de variáveis para um
41 melhor ajuste da gestão dos animais, visando ao aprimoramento de técnicas de manejo, que nesse
42 sentido as pesquisas são escassas.

43

44 **Summary**

45 The use of cationic anion balance (BCAD) in diets for lactating cows aims to prevent the incidence
46 of metabolic disorders, especially ruminal acidosis, and consequently increase milk yield. BCAD
47 acts directly on the acid-base balance of adult ruminants, and may influence lactation performance,
48 calcium metabolism and phosphorus utilization, and manipulate other physiological functions to
49 benefit cow health and productivity. The use of buffers for dairy cows has deserved special attention
50 as the nutritional requirements of these herds have increased. Sodium bicarbonate has become the
51 main buffer used in bovine diets because of its effective action in the organism, thus contributing to
52 the manipulation of BCAD. The ingestive behavior stands out for its importance in the evaluation of
53 diets. However, their associations through correlations with the nutritional and productive aspects
54 allow the selection of variables to better adjust the management of the animals, aiming at the
55 improvement of management techniques, which in this sense the research is scarce.

56

57 **Introdução**

58 O balanço cátion-aniônico da dieta (BCAD) para vacas lactantes representa a diferença entre
59 cátions e ânions, sendo calculado em miliequivalentes ($(Na^+ + S^+) - (Cl^- + S^-)$) por quilograma da
60 matéria seca, onde sua principal função é regular o equilíbrio ácido-base, que pode ser variável
61 conforme sua finalidade. Dietas com BCAD negativo, ou seja, dietas aniônicas favorecem as vacas
62 que se encontram no período de transição, tempo esse correspondente as três semanas antes e até três
63 semanas após o parto, quando estudos indicam que dietas com BCAD negativo previnem a
64 hipocalcemia (Wilkens et al. 2012, p. 151; Wu et al., 2015, p. 4629). Já as dietas com BCAD
65 positivo, ou seja, dietas catiônicas favorecem as vacas lactantes após o período de transição, por
66 proporcionar um melhor desempenho produtivo, devido ao efeito tamponante associado à utilização
67 de cátions dietéticos (Na^+ e K^+), tendo em vista que esses animais possuem uma alta taxa metabólica
68 o que predispõe a um ambiente celular ácido.

69 A manipulação do BCAD para vacas lactantes, durante muitos anos, foi predominantemente
70 voltada para a prevenção de distúrbios metabólicos associados ao período de transição, como a
71 hipocalcemia. Mais recentemente, segundo Iwaniuk e Erdman (2015, p. 1), pesquisas têm sido
72 empenhadas em avaliar as respostas do BCAD sobre as características produtivas.

73 O aumento da concentração do BCAD é alcançado através da utilização de tampões dietéticos,
74 tais como bicarbonato de sódio, carbonato e sesquicarbonato, servindo como fontes de cátions
75 dietéticos (Na^+ e K^+), desempenhando papel importante na regularidade do estado ácido-base

76 (Iwaniuk e Erdman, 2015, p. 2). Dentre os tampões dietéticos, o bicarbonato de sódio tem sido
77 considerado o mais importante, devido a sua eficiência exercida sobre a manipulação do BCAD e,
78 consequentemente, sobre o equilíbrio ácido-base.

79 González et al. (2008, pp. 718-719), avaliando novilhas Holstein, fornecendo dieta de alto
80 concentrado (13,41% PB, 13,35 FDN e palha de cevada *ad libitum*), com níveis de bicarbonato de
81 sódio na dieta (0%, 1,25%, 2,5% e 5%, com base na matéria seca do suplemento), observaram que o
82 número de refeições por dia e a taxa de alimentação diminuiriam linearmente com o aumento do nível
83 de bicarbonato de sódio, mas o comprimento das refeições aumentou linearmente, indicando que
84 animais ruminantes alteram as suas atividades comportamentais, tais como tempo de alimentação e
85 rumação, na tentativa de manter uma boa saúde ruminal.

86 Sob outro ponto de vista, a manipulação de íons fortes (sódio, potássio, cloro e enxofre) pode
87 alterar as concentrações de íons no rúmen, podendo ter como consequências variações no
88 comportamento ingestivo, uma vez que essas variações estão associadas à composição da dieta.
89 Cartterton e Erdman (2016, p. 9) examinaram o efeito do BCAD (340 mEq/kg MS) no ambiente
90 ruminal, fontes de cátions (Sódio vs. Potássio) e fontes de ânions (Cloro vs. Bicarbonato ou
91 carbonato) em vacas lactantes, com dieta à base de silagem de milho (57,4%), feno de alfafa (8,4%),
92 milho moído, farelo de soja e mineral vitamínico (34,2%). Relataram que o aumento do BCAD (340
93 mEq/kg MS) aumentou o pH do rúmen em até 0,10 unidades de pH e o aumento do acetato em 4
94 mEq/L, mas não aumentou os ácidos graxos voláteis totais, demonstrando que a concentração de
95 íons fortes no rúmen pode ser manipulada por concentrações de íons na dieta.

96 Os ruminantes submetidos a dietas com alta concentração de concentrado podem sofrer
97 mudanças drásticas no ambiente ruminal, que resultam em acúmulo de ácidos orgânicos, acarretando
98 em uma acidose ruminal, justificando, dessa forma, a importância da utilização de tamponantes na
99 dieta. Em regiões tropicais, a adoção da dieta concentrada tornou-se uma prática comum entre os
100 produtores que buscam aumentar a eficiência produtiva através de dietas balanceadas. Esse fato
101 ocorre devido às sazonalidades das chuvas, fazendo com que ocorra declínio da qualidade das
102 forragens, bem como escassez. Indibu et al. (2016, p. 12) relatam que a sazonalidade das chuvas tem
103 efeito modificador sobre a composição do volumoso, tanto em quantidade quanto em qualidade da
104 pastagem. Nesse sentido, em grande parte o valor nutritivo dos nutrientes acaba sendo
105 indisponibilizado (Roschinsky et al. 2012, p. 199), acarretando um déficit nutricional.

106 Os animais reagem a esses fatores supracitados (suplementação, restrições sazonais de
107 quantidade e qualidade da pastagem) através de alterações no comportamento ingestivo. Nesse
108 contexto, o entendimento das correlações lineares de Pearson surge como ferramenta de estudo,
109 visando a definir a dependência linear entre as variáveis. Diante desse universo de informações e
110 efeitos expressos no presente estudo através do grau e direção das correlações, as características
111 nutricionais (consumo e digestibilidade) e produtivas (produção e composição do leite) podem
112 contribuir para o aperfeiçoamento de técnicas de manejo.

113

114 **Equilíbrio ácido-base no metabolismo**

115 O equilíbrio ácido-base no metabolismo animal é definido como um processo fisiológico
116 complexo, que atua para manter o pH estável do corpo (Goel et al. 2012, p. 142). Isto é, regulado por

117 tampões intracelulares e extracelulares e pelos sistemas renal e respiratório. Qualquer alteração neste
118 equilíbrio poder interferir nos processos fisiológicos, exercendo efeitos deletérios sobre o
119 metabolismo animal. Atherton et al. (2009, p. 557), preconizam valores de pH plasmático dentro do
120 intervalo entre 7,38 e 7,42, considerando-o como requisito essencial para a vida, porque muitos
121 processos metabólicos (por exemplo, reações enzimáticas) são sensíveis a mudanças nas
122 concentrações de H⁺.

123 Os fluidos corporais são dispostos em forma dinâmica, ordenada e funcional entre os
124 compartimentos dos fluidos intracelular e extracelular (Carlson e Bruss, 2008, p. 529). A
125 manutenção destes compartimentos em termos de volume e composição é essencial para sustentar
126 eventos fisiológicos e bioquímicos de uma forma normal (Freitas et al. 2010, p. 2608).

127 De acordo com Atherton et al. (2009, p. 557), a concentração de H⁺ intracelular é mais elevada
128 (cerca de pH 7,0) do que o fluido extracelular (que é geralmente alcalino), mas é sensível a
129 alterações na concentração H⁺ extracelular, sendo que esse estreito intervalo de pH deve ser mantido
130 em condições de grande quantidade de produção de ácido volátil (principalmente CO₂) e ácido não
131 volátil, oriundo do metabolismo de gordura e certas proteínas. Nesse contexto, observa-se que o
132 principal problema encontrado no controle homeostático do pH plasmático está associado ao
133 mecanismo de defesa do ambiente alcalino, diante dessa expressiva carga de ácido produzida
134 diariamente, uma vez que, para manter a neutralidade dos fluidos intracelular e extracelular, deve
135 haver um número igual de miliequivalente de cátions e ânions em solução.

136 Na tentativa de manter o equilíbrio ácido-base, o metabolismo animal desenvolve mecanismos
137 de defesa, que envolvem sistemas tampões e mecanismos compensatórios nos sistemas respiratório e
138 renal. Na tabela 1, encontram-se os principais sistemas tampões em fluidos corporais.

139 O primeiro mecanismo de ação dos sistemas de tamponamento do metabolismo animal a uma
140 carga ácida é realizado pelos tampões presentes no fluido extracelular. Assim, Carlson e Bruss
141 (2008, p. 558) destacam como o principal agente responsável por tal mecanismo o bicarbonato, pelo
142 fato de esse componente estar presente em concentrações relativamente elevadas e ser o sistema
143 tampão sobre o qual o corpo tem maior controle, onde o pH do plasma é determinado pela
144 concentração de bicarbonato e ácido carbônico ou a proporção entre ambos.

145 No entanto, os tampões intracelulares, como proteína e fosfato, auxiliam no processo de
146 tamponamento, onde o movimento intracelular de íons de hidrogênio e a troca de potássio ajudam a
147 prevenir um aumento excessivo das concentrações de íons de hidrogênio no fluido extracelular na
148 presença de uma carga ácida (Carlson e Bruss, 2008, p. 532).

149 No meio intracelular as proteínas plasmáticas são consideradas os tampões mais eficientes,
150 onde o mecanismo de ação ocorre através dos aminoácidos, os quais podem associar ou dissociar H⁺
151 de acordo com a necessidade do sangue e, assim, atuar na manutenção do pH fisiológico (Freitas et
152 al. 2010, pp. 2611-2612). Como transportadora de gases, a proteína aumenta ou diminui sua
153 afinidade pelo gás carbônico, permitindo sua liberação, no caso da acidose, ou sua retenção, no caso
154 da alcalose (Carlson e Bruss, 2008, p. 532).

155 A hemoglobina é a proteína que atua como tampão intracelular mais abundante no organismo,
156 cerca de 80%, e tem a capacidade de fixar CO₂ e H⁺ (Freitas et al. 2010, p. 2612). Modificações na
157 dissociação do grupo imidazol relacionam a capacidade tampão da hemoglobina com a sua

158 oxigenação e desoxigenação, onde o aumento da acidez favorece a liberação de oxigênio, enquanto
159 que sua redução facilita a fixação de oxigênio (Carlson e Bruss, 2008, pp. 535-536).

160 Atherton et al. (2009, p. 558) resumem os mecanismos de defesa do ambiente alcalino em três
161 processos básicos:

- 162 1. Tamponamento físico (ou seja, a remoção de H^+ realizado por várias reações listadas na
163 tabela 1), que é considerado instantâneo, limitando apenas a queda do pH.
- 164 2. Compensação respiratória rápida, que age operando através do controle do plasma pCO_2
165 através de mudanças na ventilação alveolar e evolução posterior de CO_2 .
- 166 3. Compensação renal, onde ocorre a excreção de H^+ , promovendo o aumento de HCO_3
167 plasma, sendo que as células tubular renal recuperam quase que sua totalidade, mas o status
168 ácido-base não pode ser corrigido completamente.

169 A função do rim é manter a constância do meio interno. Para isto, ele excreta água, promove a
170 troca de íons e mantém o organismo em equilíbrio. Os túbulos renais secretam íons H^+ na urina
171 tubular, e para cada mol de ácido secretado, um mol de bicarbonato aparece no sangue (Carlson e
172 Bruss, 2008, p. 535).

173 Do ponto de vista nutricional, os desequilíbrios dos eletrólitos nesses sistemas provocam
174 distúrbios metabólicos relacionados à acidose e à alcalose. A acidose está associada com a
175 diminuição do pH resultante de um aumento na concentração de íons de hidrogênio. E a alcalose
176 ocorre devido a uma diminuição na concentração de íons de hidrogênio, que reflete em um aumento
177 do pH. Em função das mudanças ocorridas nas concentrações de íons de hidrogênio, Carlson e Bruss
178 (2008, pp. 535-535) relataram que existe uma resposta compensatória que é medida pelo sistema
179 tamponante, que, dentro dos limites, altera pCO_2 , contrabalança o desequilíbrio primário e
180 reestabelece o pH em uma faixa considerada ideal. Essas alterações promovidas estão relacionadas à
181 ventilação alveolar, na qual o aumento pCO_2 resulta em acidose respiratória e sua diminuição
182 promove alcalose respiratória.

183 Todas essas medidas realizadas têm como objetivo manter o pH do meio interno em níveis
184 compatíveis com o funcionamento celular. No entanto, quando essas linhas de defesa são
185 insuficientes para tamponar grande sobrecarga de ácido encontrado no metabolismo, há uma
186 necessidade vital de adoção de agentes tamponantes, como o bicarbonato de sódio.

187

188 **Bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$)**

189 A adição de bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$) como tamponante ruminal tornou-se um
190 procedimento padrão na dieta de vacas lactantes (Rauch et al. 2012, p. 181). Os animais que são
191 submetidos a dieta com elevada proporção de amido, podem acarretar efeitos indesejáveis, como a
192 acidose ruminal, diminuição no consumo de matéria seca, produção de leite e teor de gordura do
193 leite, implicando-se em perdas econômicas.

194 Além desses efeitos bem conhecidos, alguns resultados sugerem que algumas mudanças
195 podem ocorrer no estado ácido-base do sangue. Apper-Bossard et al. (2010, p. 4196) relatam que
196 pode ocorrer uma diminuição no pH do sangue e na concentração de HCO_3 e, nesse contexto, o
197 excesso de base pode declinar quando dietas com elevada proporção de amido são ministradas,

198 mostrando assim que uma carga ácida pode esgotar HCO_3 do sangue. Segundo Rauch et al., (2012,
199 p. 181), a adição de NaHCO_3 afeta a diferença cátion-aniônica devido ao íon de sódio (Na).

200 Resultados resumidos por Hu e Murphy (2005, p. 52) em uma meta-análise demonstraram que
201 o efeito do NaHCO_3 em vacas lactantes vai depender do tipo de forragem, o teor de fibra da mesma,
202 a quantidade de MS e a produção de leite. Apper-Bossard et al (2006, p. 758) mostraram que o
203 BCAD aumentou o consumo de matéria seca em vacas alimentadas com dieta rica em amido, o
204 mesmo não ocorrendo quando reduziu a quantidade de amido fornecido às vacas. Rauch et al. (2012,
205 p. 184) também encontraram resultados semelhantes, associando-se tais resultados ao baixo nível de
206 amido da silagem presente na dieta experimental, que reduz o potencial de ácido ruminal, enquanto
207 que os níveis relativamente altos de alfafa e, conseqüentemente, maior teor de fibra resultaram em
208 aumento da capacidade tamponante e ruminação, respectivamente.

209 Apper-Bossard et al. (2010, p. 4205) inseriram níveis de BCAD (0 (controle);150 e 300 mEq
210 por kg de MS) em dietas à base de silagem de milho para vacas lactantes e em seus resultados
211 demonstraram que o pH do rúmen após a refeição foi maior com a dieta com alto concentrado (41%
212 de silagem de milho vs. 59% de concentrado), quando comparado com baixo concentrado, (21% de
213 concentrado vs. 79% silagem de milho).

214 Tais resultados citados anteriormente podem estar atrelados a uma dieta com alta proporção de
215 concentrado, tornando-se assim rapidamente degradada no rúmen. De acordo Beauchemin et al.
216 (2003, p. 634) a acidose ruminal subaguda ocorre em períodos de pH abaixo de 5,8. No estudo de
217 Apper-Bossard et al. (2010, p.4202), isso ocorreu quando as vacas foram alimentadas com dietas
218 com o BCAD controle (zero) e médio (150 mEq por kg de MS).

219 De acordo com Apper-Bossard et al. (2010, p. 4196), o HCO_3 é negativamente correlacionado
220 com a concentração dos ácidos graxos voláteis (AGVs) no líquido ruminal. Isso ocorre porque o
221 sódio e potássio são absorvidos a partir do trato gastrointestinal em troca da secreção de prótons,
222 enquanto que o cloro e enxofre são frequentemente absorvidos em troca da secreção de íons de
223 bicarbonato. Devido a estas propriedades, um BCAD elevadamente positivo (definido em mEq
224 $(\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^- + \text{S}^-)$ /kg de MS) deve ajudar na prevenção da acidose metabólica.

225 Sobre a mudança nas proporções de AGVs acredita-se que o aumento da gordura no leite é
226 devido às propriedades lipogênicas do propionato. Ou seja, a diminuição da produção de propionato
227 reduz a secreção de insulina e a deposição de gordura corporal em favor da síntese de gordura do
228 leite. Contudo, há um aumento na concentração de gordura do leite sem afetar o rendimento de
229 gordura observado por Rauch et al. (2012, p. 191), indicando que o tamponamento ruminal pode ter
230 ocorrido sem afetar a relação dos AGVs.

231 Isto é consistente com a meta-análise de Hu e Murphy (2005, p. 50). Os mesmos relataram que
232 a suplementação com NaHCO_3 diminui as proporções molares de propionato com dieta baseada em
233 silagem de milho, mas não afeta as concentrações de acetato e propionato ou suas proporções, em
234 vacas alimentadas à base de silagem sem milho, sugerindo que pH do rúmen relativamente elevado e
235 estável implicaria que o tampão não era necessário sob essas condições.

236 A alta ingestão de MS oriunda da suplementação concentrada pode aumentar o risco de
237 acidose ruminal, devido à elevada ingestão de componentes com alto teor de carboidratos não
238 fibrosos, que podem promover rupturas digestivas. A utilização do NaHCO_3 é feita no sentido de
239 minimizar os efeitos adversos da produção de ácidos durante a fermentação de carboidratos não

240 fibrosos, uma vez que é bem documentado na literatura o poder tamponante do NaHCO_3 , no sentido
241 de melhorar os efeitos da produção de ácido e manter um pH elevado (Erdman et al. 1982, p. 712;
242 Tucker et al. 1991, p. 2297; Clayton et al. 1999, p. 1545). Sob outro ponto de vista, González et al.
243 (2008, p. 1545) relataram que os animais regulam o pH através do comportamento ingestivo, para
244 restaurar o pH a níveis confortáveis, conseqüentemente, alterando o tempo de alimentação e
245 ruminção.

246

247 **Balanço cátion-aniônico da dieta (BCAD)**

248 A principal ação do balanço cátion-aniônico da dieta (BCAD) é regular o equilíbrio ácido-
249 base, despertando o interesse da sua manipulação em relação ao desempenho dos animais (Correa et
250 al. 2014, p. 1873). O balanço cátion-aniônico dietético (BCAD), também conhecido por diferença
251 cátion-aniônica da dieta (DCAD), balanço eletrolítico (BE) ou balanço iônico da dieta (BID),
252 representa a diferença entre os cátions e os ânions fixos totais, presentes na dieta, podendo ser
253 calculado em mEq (miliequivalente) de $(\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^- + \text{S}^-)$ por quilograma de matéria seca (MS).
254 Sendo que a utilização desses minerais na equação é devido a sua importância no metabolismo, pela
255 participação no balanço osmótico, no balanço ácido-base e na integridade dos mecanismos que
256 regulam o transporte das membranas celulares.

257 O potencial da dieta em causar alcalose ou acidose pode ser estimado calculando a diferença
258 entre cátions (carga positiva) e ânions (carga negativa) da dieta.

259 Correa et al. (2014, p. 1875) demonstraram que vacas em lactação aumentaram o consumo
260 avaliando os níveis de BCAD positivo (+150, +250, +400, +500 mEq/kg de MS, respectivamente). O
261 BCAD também pode ter influência sobre a composição do leite (Correa et al. 2006, p. 1589). De
262 acordo com Hasan et al. (2001, p. 144), durante o pico da lactação a produção de leite respondeu
263 positivamente ao maior BCAD (+20 comparado com -10mEq), onde também as porcentagens de
264 gordura e proteína do leite aumentaram com o aumento do BCAD.

265 O BCAD deve ser positivo para vacas durante o início da lactação (após o período de
266 transição) e diminuindo gradativamente, alterando a dieta para BCAD negativo no final da gestação
267 (durante o período de transição), beneficiando a homeostase no sangue. Como consequência,
268 melhora a saúde ruminal (Wu et al. 2007, p. 223).

269 De acordo com Hasan et al. (2001, p. 144), o aumento do BCAD durante a lactação aumenta o
270 CMS, resultando em uma maior produção de leite, bem como o uso de dietas catiônicas com
271 inclusão de fonte de sódio (Na) ou potássio (K) é recomendada para se obter um melhor
272 desempenho. Desta forma, percebe-se que esses animais apresentam alta taxa metabólica e tendência
273 para o ambiente celular ácido. Tal assunto tem despertado interesse considerável, referente à
274 ingestão de alimentos e à produção de leite, podendo ser os primeiros alvos a serem impactados pelo
275 desbalanço cátion-aniônico (Correa et al. 2014, p. 1873).

276 Apper-Bossard et al. (2010, p. 4204) relataram que o aumento no CMS é mais consistente em
277 dietas com alto concentrado. Sendo que um alto BCAD positivo(300 mEq por kg de MS) levou a um
278 aumento no CMS, especialmente quando amido rapidamente degradado constitui uma proporção
279 elevada da dieta fornecida às vacas. Assim como o aumento do CMS foi acompanhado por um
280 aumento da porcentagem de gordura do leite.

281 Esses efeitos positivos são, geralmente, associados a uma diminuição da média do pH ruminal,
282 indicando que o BCAD positivo tamponou qualquer potencial de diminuição do pH causado pelo
283 aumento do CMS.

284 Sobre o estado ácido-base do sangue Hu e Murphy (2004, p. 2225) relataram que o padrão de
285 bicarbonato provavelmente explica a resposta do pH do sangue, promovendo aumento do pH
286 sanguíneo. Com o aumento do BCAD, os íons de bicarbonato são gerados e lançados no sistema,
287 sendo que íons fixos absorvidos contribuem com cargas positivas e negativas para os fluidos do
288 sistema dos compartimentos extra e intracelular do corpo no sentido de manter a eletroneutralidade
289 do corpo.

290 Apper-Bossard et al. (2010, p. 4200) descreveram que o pH sanguíneo, a concentração de
291 HCO_3 e o excesso de base padrão do sangue aumentaram quando aumentaram os níveis de BCAD
292 positivo (150; 300 mEq/kg/MS) tanto para baixo quanto para alto concentrado. Então, nesse sentido,
293 observa-se que além do efeito tamponante que exerce no rúmen, o BCAD positivo melhora o estado
294 ácido-base das vacas, mesmos em condições em que há um aumento no CMS. Isso porque o baixo
295 pH do sangue pode ser um fator limitante para maximizar o consumo e, como se observa o aumento
296 do BCAD positivo, pode permitir que as vacas aumentam o CMS, mantendo o pH do sangue em
297 condições ideais (7,4), evitando assim uma possível acidose.

298 Sobre o pH da urina, Herson et al. (2010, p. 380) descreveram que esse componente demonstra
299 ser altamente sensível às variações do BCAD. Wu et al. (2013, p.1623), avaliando níveis e BCAD (-
300 288; -101; +117; +317 mEq/ kg /MS), observaram que o aumento de íons fortes (Cl^- e S^-) no sangue
301 foram compensados pelo aumento H^+ no rim, resultando em diminuição do pH da urina. Esses
302 resultados também foram observados em outros estudos, onde houve a diminuição do pH da urina
303 8,0-8,5 para 5,5-6,5 como consequência da acidose compensada leve induzida pela redução do
304 BCAD (DeGaris et al. 2010, p. 143; Seif et al. 2010, p. 72; Grünberg et al. 2011, p. 727).

305 Além disso, houve uma associação significativa ($R^2 = 0,793$) entre o BCAD e o pH da urina,
306 sugerindo que o estado ácido-base é altamente afetado quando o BCAD é reduzido, corroborando
307 dessa forma com os estudos de Wu e Li (2011, p. 113) e Wu (2011, p. 2198).

308 Apper-Bossard et al. (2010, p. 4207) observaram que a excreção urinária de prótons foi de 7,5
309 μmol para dietas com BCAD baixo e 0,1 μmol para BCAD alto. De fato, a excreção urinária de
310 prótons é a única maneira para o animal evacuar os ácidos e é um dos principais contribuintes para o
311 equilíbrio ácido-base do animal. Sendo que o aumento do BCAD também contribui para a
312 concentração de HCO_3 , através da superação da limitação dos mecanismos de reciclagem do HCO_3 .

313 Sobre a excreção urinária, estudos demonstraram que o aumento do BCAD promove aumento
314 na excreção do sódio (Na^+). Apper-Bossard et al. (2010, p. 4209) descreveram que a excreção de Na^+
315 foi em média 4 g/dia para os níveis de 0 (zero) e 150 mEq/kg/MS e 60 g/d para 300 mEq/kg/MS de
316 BCAD, uma vez que Na^+ é reabsorvido como HCO_3 .

317 Esse resultado é consistente com o aumento da reciclagem renal de HCO_3 , quando vacas são
318 alimentadas com baixo BCAD. Além disso, a excreção de cloro (Cl^-) foi mais elevada com dietas
319 com baixo BCAD, onde foram supracitados valores médios de 37 g/dia para os níveis 150 e 300
320 mEq/kg/MS e 152 g/dia para o nível 0 (zero) mEq/kg/MS.

321 De acordo Apper-Bossard et al. (2010, p. 4209), esse resultado indica que as vacas utilizam
322 mecanismos para evitar uma diminuição na concentração de HCO_3 no sangue quando alimentadas
323 com dietas de baixo BCAD, confirmando a importância do sistema renal na regulação da homeostase
324 ácido-base do sangue.

325 Vários estudos e meta-análises foram publicadas demonstrando que balanço cátion-aniônico
326 está negativamente correlacionado com o pH do sangue e urina quando utilizam dietas com BCAD
327 negativo (Hu e Murphy, 2004, p. 2228; Spanghero, 2004, p. 90; Apper-Bossard et al. 2006, p.
328 756; Charbonneau et al. 2006, p. 544; Lean et al. 2006, p. 675; Hu et al. 2007, p. 223; Charbonneau
329 et al. 2008, p. 1591; Penner et al. 2008, p. 1963). Os resultados anteriormente corroboram com o
330 encontrado por Oba et al. (2011, p. 152), ao observar menor pH urinário quando dietas com BCAD
331 negativo foram comparadas com dietas BCAD positivo.

332 Apper-Bossard et al. (2010, p. 4203) observaram também que, à medida que diminuíram o
333 nível de BCAD inferior a 150 mEq/kg/MS, o pH urinário decresceu rapidamente, ocorrendo o
334 inverso com o nível 300 mEq/kg/MS.

335 Essas relações positivas entre dietas com BCAD positivo e o pH sugerem que o aumento
336 positivo do balanço cátion-aniônico pode ser útil para manter o status ácido-base normal quando
337 vacas leiteiras consumirem dietas acidogênicas (Hu et al. 2007, p. 223), associadas ao alto teor de
338 concentrado ou baixo teor de fibra.

339 No rúmen, uma grande fração variável dos prótons produzidos no processo de fermentação é
340 neutralizada pelo NaHCO_3 salivar, formando H_2O e CO_2 , ao passo que os ânions dos ácidos graxos
341 de cadeia curta (AGCC) são absorvidos como Na^+ (ou K^+ liberado da forragem), num processo que
342 minimiza a carga ácida do epitélio ruminal (Aschenbach et al. 2011, p. 1098).

343 Em situações onde a secreção salivar é insuficiente, uma quantidade de prótons terá de ser
344 transportada através do epitélio ruminal e eliminada basolateralmente, envolvendo várias proteínas
345 de transporte, tais como NHE1 (RabbanI et al. 2011, p.314), co-transporte de NaHCO_3 e um impulso
346 de ânions oriundos dos AGCC em troca de HCO_2 (Dengler et al., 2014, p. 412).

347 Sobre o fluido ruminal Hille et al. (2016, p. 2) destacaram que o rúmen funciona como um
348 sistema tamponante em aberto, em virtude de que o pCO_2 é mantido a níveis constantes associados à
349 eructação e absorção de CO_2 . Esse conceito é bem conhecido a partir da fisiologia do sistema
350 equilíbrio ácido-base, onde o pH cai com o aumento dos valores de pCO_2 e, conseqüentemente,
351 hiperventilação com a remoção de CO_2 a partir do corpo através dos pulmões, podendo corrigir a
352 acidose metabólica, enquanto que a infusão de NaHCO_3 muda o pH de volta para o intervalo neutro.

353 Na avaliação do sistema equilíbrio ácido-base, Hille et al. (2016, p. 11) destacam que são
354 determinados por três parâmetros principais: pH, pCO_3 e o excesso de base, que é equivalente à
355 quantidade de base necessária para retornar o pH do sangue para o valor normal (7,4), em condições
356 normais (37°C , $\text{pCO}_2 = 5,33$ kPa). Ainda de acordo com os mesmos autores, a determinação do
357 excesso de base faz com que seja possível fazer a distinção entre os tampões protonados e não
358 protonados, onde o excesso de base negativa reflete a quantidade de prótons que terá de ser
359 absorvida através da parede do rúmen e tamponada por mecanismos celulares, para evitar danos
360 epiteliais.

361 Teoricamente, pelo menos o excesso base deve ser útil, particularmente com pH baixo, quando
362 a capacidade de tamponamento do AGCC se eleva. Nessa situação, grandes mudanças na produção
363 de ácido terão pouco efeito sobre o pH ruminal, mas um importante efeito na quantidade total de
364 prótons que entram no citosol e desafiam a homeostase epitelial (Stumpff et al. 2009, p. 1003).

365 As elevadas temperaturas ambientes também modificam fortemente o equilíbrio ácido-base por
366 três razões: o potássio é o principal componente encontrado no suor bovino; o Na é excretado
367 durante o stress de calor em vacas; e a excreção diurna de bicarbonato pode induzir a acidose
368 metabólica durante os períodos frios do dia (Khelil-Arfa et al. 2014, p. 2306).

369 O aumento da perda de água por evaporação é o primeiro mecanismo de adaptação de calor de
370 animais homeostáticos (Khelil-Arfa et al. 2014, p. 2305). As perdas de evaporação cutânea
371 aumentam à medida que a temperatura ambiental aumenta (especialmente acima de 24°C), tornando-
372 se o principal meio de dissipação de calor latente (Maia et al. 2005, p. 1839).

373 Ainda de acordo Khelil-Aarfa et al. (2014, p. 2314), as altas temperaturas ambientes podem
374 aumentar as taxas de respiração (para termorregulação), o que pode levar à diminuição do pCO₂ no
375 sangue e aumento do pH. Schneider et al. (1988, p. 123) observaram que as variações no pCO₂ do
376 sangue e o pH podem ser suficientemente elevados para produzir alcalose respiratória, o que, por sua
377 vez, produz aumento compensatório na excreção renal de bicarbonato para restaurar a proporção
378 pCO₂/HCO₃ do sangue e pH. Essa compensação pode até levar à acidose metabólica. No esperado a
379 suplementação de NaHCO₃ é para aumentar a capacidade de vacas para se adaptar ao calor, evitando
380 uma diminuição noturna no pH plasmático (Schneider et al. 1988, p. 113), que induz à excreção de
381 compensação de Na⁺ juntamente com o bicarbonato e por poupadores de K⁺ para a perda de
382 eletrólitos associados com a evaporação cutânea de água (West, 2003, p. 2314).

383

384 **Comportamento ingestivo**

385 Os bovinos em pastejo possuem um padrão diário de consumo, sendo mais ativos para
386 consumir forragem ao nascer e ao pôr do sol, com maior e menor nível de consumo ao longo do dia
387 (Toikamp et al. 2011, p. 386; Niu et al., 2014, p. 7764), mostrando-se totalmente capazes de alterar
388 os números e o tamanho de refeições diárias, em função da disponibilidade e da composição do
389 dossel forrageiro.

390 Animais em condições de pastejo variam o tempo de pastejo por dia para coletar forragem, o
391 que dependerá principalmente da qualidade e disponibilidade do dossel forrageiro. Sob sistema de
392 produção intensiva, as dietas volumosas acrescidas de alimentos concentrados, em proporções
393 elevadas, podem causar diminuição no tempo de alimentação, podendo chegar a atingir níveis
394 mínimos de 1,3 a 2 h/dia de pastejo (Faleiro et al. 2007, p. 165).

395 Míssio et al. (2010, p. 1574), avaliando níveis de concentrado, relataram que o tempo de
396 alimentação apresentou comportamento linear decrescente com o incremento de concentrado na
397 dieta, (22%; 40%; 59% e 79%, respectivamente). Esses resultados são oriundos principalmente do
398 aumento do teor de matéria seca da dieta (39,47; 50,06; 61,00 e 71,73%, respectivamente), da
399 concentração energética (2,87; 2,94; 3,11; 3,27 Mcal/kg, respectivamente) e diminuição da FDN
400 (48,00; 43,10; 29,60; 16,50% respectivamente).

401 As alterações, tanto na forma mecânica quanto nas propriedades químicas da dieta, podem
402 alterar significativamente o comportamento de mastigação e, conseqüentemente, a produção de
403 saliva (Albrigjt, 1993, p. 486). A saliva contribui com componentes tamponantes como bicarbonato e
404 fosfatos, que agem neutralizando os ácidos orgânicos durante a fermentação de grãos ou outros
405 componentes altamente fermentáveis (Krehbiel, 2014, p. 133). Contudo, em casos específicos, as
406 quantidades de bicarbonato e fosfatos são insuficientes para neutralizar esses ácidos orgânicos,
407 diminuindo o poder de ensalivação.

408 Beauchemin et al. (2008, p. 2881) descreveram que a saliva produzida por animais que
409 recebem suplementação concentrada é muito menor (0,76 a 1,12 ml de saliva/g de MS ingerida) do
410 que para os animais que recebem forrageiras (3,40 a 7,23 ml de saliva/g de MS), e que isso reflete no
411 comportamento ingestivo, onde a maior ensalivação proveniente do consumo de forragem promove
412 um aumento no tempo de alimentação e ruminação.

413 Além da consistência física da dieta, a quantidade de alimento ofertado também interfere sobre
414 o tempo de alimentação. Jones et al. (1996, p. 491) relataram que pequenas quantidades de
415 concentrado são mais espessas sobre a base da área de cocho do que uma quantidade maior,
416 aumentando assim o tempo e a manobrabilidade para formar o bolo alimentar em sua cavidade bucal,
417 o que leva a um aumento do tempo de alimentação.

418 Quando o alimento mistura com a saliva forma o bolo alimentar, que é projetado para o
419 esôfago e depositado no retículo (Krehbiel, 2014, p. 133). Geralmente o bolo alimentar oriundo da
420 forragem flutuará sobre a zona aquosa do rúmen, inversamente aos bolos alimentares formados por
421 concentrados, que, devido ao conteúdo mais denso, tendem a submergir no líquido ruminal. De
422 acordo DeVries et al. (2014, p. 6500), um ambiente de fermentação ruminal mais favorável de
423 prever-se, que resultaria de uma maior atividade de ruminação, o que contribui para a estabilização
424 do pH ruminal.

425 Sobre isso, Lonck et al. (2012, p. 589) descreveram que o tamanho da refeição tende a ser
426 menor quando vacas utilizam suplementação concentrada em grandes proporções, resultando em
427 uma maior frequência de visita ao cocho e, por conseqüência, um menor consumo por visita. No
428 entanto, Ferrareto et al. (2012, p. 4026) fornecerem dietas para vacas lactantes classificadas como
429 dieta de alto concentrado (30% de amido) e baixo concentrado (20%) e encontraram taxas
430 semelhantes de alimentação (média: 0,142 vs. 0,137 kg/min para alto e baixo concentrado,
431 respectivamente). Na manipulação da dieta, houve uma substituição parcial da silagem de milho por
432 casca de soja, que resultou em média 10,5% menos amido e 9,6% menos FDN para a dieta de baixo
433 concentrado. Porém a FDN da forragem oriunda da alfafa, em ambas as dietas, continham o mesmo
434 nível de FDN (19.8%), não havendo diferenças no consumo de matéria seca, o que pode ter
435 contribuído para a ausência de efeitos entre as dietas.

436 Para González et al. (2012, p. 71), aditivos na alimentação animal como a monesina e o
437 bicarbonato de sódio podem exercer efeitos diretos sobre o pH do rúmen, associadas às alterações
438 nas populações microbianas e nas condições físico-químicas do rúmen, como a capacidade de
439 tamponamento e velocidade de passagem, como também efeitos indiretos, que incluem fatores
440 derivados de alterações no comportamento da alimentação, tais como tamanho ou frequência de
441 alimentação.

442 Por exemplo, Mullins et al. (2012, p. 1329) observaram que, com a utilização de monesina na
443 dieta, aumentou a frequência e o tempo entre as refeições. Esses autores associaram essas mudanças
444 nos padrões de refeições a uma redução na variação do pH do rúmen. Para DeVries et al. (2014, p.
445 6506), isso ocorre porque as utilizações dos aditivos exercem um padrão de fermentação mais
446 consistente, que pode resultar em menor variação dos AGVs, melhorando a digestibilidade da fibra,
447 favorecendo a uma maior rapidez na ingestão de novos alimentos.

448 Nesse contexto, estudos sobre o comportamento ingestivo de ruminantes podem ser
449 considerados uma variável poderosa, pois determinam o consumo dos alimentos, assim como a
450 avaliação de mecanismos de regulação metabólica. González et al. (2012, p. 73) relataram que o
451 comportamento ingestivo de curto prazo para a variável consumo envolve os fatores que determinam
452 o início e o término das refeições, onde o tamanho e frequência são os dois parâmetros que
453 determinam a ingestão diária dos alimentos. Sendo que o mesmo nível de ingestão diária pode ser
454 alcançado através de diferentes combinações de tamanho e frequência de refeições.

455 Contudo, é notável salientar que o animal inicia e termina a captura dos alimentos muito antes
456 de vários nutrientes terem sido absorvidos. Entende-se que outros mecanismos são necessários para
457 equilibrar a ingestão dos alimentos, associados, por exemplo, a períodos longos de ingestão,
458 propriedades organolépticas de um alimento ou seus efeitos gastrointestinais, como as consequências
459 pós-digestivas.

460 Desta forma, o comportamento ingestivo pode ser visto como resultado das condições internas
461 e externas integradas pelo sistema nervoso central (SNC) (Provenza e Villalb, 2006, p. 210). Nesse
462 sentido, compreender as consequências e adaptação a essas condições bem como as características
463 do alimento ingerido associadas às questões fisiológicas ou metabólicas dos alimentos é solene para
464 a evolução da pesquisa e melhorias no manejo e produtividade do sistema.

465 Krehbiel (2014, p. 133) enfatizou que a característica da dieta afeta o ambiente ruminal, que
466 incluem características físico-químicas. Por último, influenciam o consumo, digestão e taxa de
467 passagem. E o comportamento ingestivo, nesse sentido, tem demonstrado ser bastante notório ao
468 manejo alimentar. González et al. (2012, p. 73) relataram a necessidade da redução no tamanho das
469 refeições ou uma menor quantidade de ingestão e do aumento nas frequências das refeições que
470 podem resultar em aportes de alimentação mais uniformes e consequentemente reduzir o risco de
471 acidose. Isso porque uma quantidade maior na refeição pode aumentar a taxa e extensão do rúmen,
472 queda do pH do fluido ruminal e, a partir de uma maior quantidade de carboidratos não fibrosos
473 potencialmente digestíveis, resulta em alta produção de ácidos orgânicos para o rúmen, sem um
474 aumento sincronizado de agentes tamponantes, tais como a saliva.

475 O corpo do ruminante parece ter um conjunto completo de biossensores, distribuídos por todo
476 o corpo do animal, que permitem detectar diferentes sinais, a fim de regular a ingestão de alimentos
477 dentro de prazos diferentes. Forbes (1999, p. 7) descreve alguns sinais de sensores que estão
478 envolvidos na transmissão para o SNC para regular a ingestão de alimentos, e, por conseguinte, o
479 comportamento ingestivo:

- 480 1. Primeiro o alimento é identificado por visão e odor, o que vai levar o animal a selecionar e
481 ingerir o alimento;
- 482 2. Posteriormente o alimento é monitorado pelo sabor e textura, através de sensores da boca,
483 para transmitir informações para o SNC baseado na aceitabilidade do alimento;

484 3. Uma vez que o alimento é ingerido, diferentes receptores ao longo da parede do trato
485 gastrointestinal direcionam informações das características físicas e químicas da digesta
486 para o SNC, onde desencadeia respostas comportamentais que regulam o consumo.

487 A suplementação concentrada ofertada a vacas em pastejo tem como objetivo principal
488 aumentar o CMS, entretanto pode ocorrer redução no CMS da forragem (Sheahan et al. 2011, p.
489 3583). Essa escolha pelo consumo do concentrado e diminuição do consumo de forragem é
490 caracterizada como efeito substitutivo. Estudo realizado por Sheahan et al. (2011, p. 3597), relatou
491 uma diminuição de 12 minutos no tempo de pastejo por cada 1,0 kg de MS consumida através da
492 suplementação concentrada.

493 De acordo Allen et al. (2005, p. 531), todos os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) estão
494 envolvidos na regulação do consumo alimentar. No entanto, os ácidos graxos voláteis (AGVs) são
495 mais ativos, porque predominam entre os produtos da fermentação ruminal. Nesse contexto, o
496 propionato foi proposto por exercer maiores efeitos hipofágicos do que os outros AGCC, porque é
497 mais extensivamente metabolizado no fígado dos ruminantes, aumentando a concentração de glicose
498 e insulina no sangue.

499 A alta osmolaridade (mOsm/L) em diferentes partes do trato gastrointestinal dos ruminantes
500 também é considerada como um fator de regulação do consumo alimentar e, conseqüentemente, do
501 comportamento ingestivo. Sendo que a alta osmolaridade é definida pela composição química da
502 dieta, associada à dissolução de minerais e acumulação dos produtos da fermentação, quando há sua
503 diminuição da osmolaridade geralmente está atrelada ao fluxo de água trasruminar, saliva e o
504 desaparecimento dos contribuintes (absorção e passagem) (Allen et al., 2005, p. 531). Andersen et al.
505 (1994, p. 489) relataram mOsm/L entre 500 a 700 para o pH < 5. Sobre os AGVs, Lopez et al. (1994,
506 p. 161) relataram que a mOsm/L alta (>340) diminui a absorção.

507 De acordo Whetsell et al. (2004, p. 1809), níveis de pressão osmótica em pré-alimentação são
508 geralmente inferiores a 250 mOsm/kg, mas podem chegar até mais de 500 mOsmol/L após refeições
509 mais prolongadas. Sobre dietas volumosas, Whetsell et al. (2004, p. 1815) informaram que a
510 mOsm/L ruminal varia de 240 a 265 mOsm/L e 280 a 300 mOsm/L para dietas concentradas. A
511 mOsm/L também afeta o consumo, diminuindo o tempo de ruminação e a produção de saliva.

512 O pH ruminal é o indicador mais comumente utilizado para avaliar o ambiente ruminal, onde a
513 acumulação de AGCC no rúmen resulta em baixo pH ruminal e a sua posterior absorção pela
514 corrente sanguínea pode sobrecarregar o sistema de tamponamento do bicarbonato, inibindo a
515 motilidade ruminal, levando a acidose ruminal.

516 Observa-se que o comportamento ingestivo e o CMS são controlados pelo preenchimento
517 rúmen reticular e mecanismos quimostáticos. No entanto, existem fatores como o manejo alimentar
518 que modulam o consumo diário da dieta, enfatizando a importância da avaliação das dietas sobre as
519 diferentes condições de manejo adotadas.

520

521 **Correlação**

522 O coeficiente de correlação mede o grau de associação entre duas variáveis qualitativas,
523 podendo ser de forma negativa ou positiva, sendo os valores situados entre -1 e 1, podendo ser

524 classificado com fraco, moderado e forte. De acordo Sampaio (2015, p. 265), a correlação entre duas
525 variáveis poderá ser calculada quando se deseja saber se a variação de uma delas reage direta ou
526 inversamente à variação da outra e nenhuma razão biológica possa justificar uma dependência entre
527 elas.

528 Pesquisas sobre o comportamento ingestivo já estão bem elucidadas sobre a sua importância na
529 avaliação da dieta (Figueiredo et al. 2013, p. 486; Mendes et al. 2014, p. 423; Oliveira et al. 2015, p.
530 688). No entanto, suas associações através de correlações com os aspectos nutricionais podem
531 quebrar alguns paradigmas (Santana Júnior et al. 2013, p. 368), eliminando a necessidade de testes
532 invasivos, que em muitos casos não cumprem os requisitos de bem-estar, em que os animais são
533 submetidos (Silva et al. 2014, p. 9). Apesar de que nem todas as variáveis dos aspectos nutricionais
534 estão relacionadas diretamente ao comportamento ingestivo, identificando aquelas que podem ser
535 altamente correlacionadas, poderia gerar subsídios para a criação de modelos que podem estimar
536 corretamente os aspectos nutricionais, sem a necessidade de técnicas invasivas (Silva et al. 2015a, p.
537 16; Silva et al. 2015b, p. 383).

538 Pesquisas vêm sendo realizadas com intuito de buscar embasamento científico entre o
539 comportamento ingestivo e as correlações com as variáveis nutricionais e produtivas. No entanto, a
540 maioria dos estudos tem sido focados na bovinocultura de corte (Santana Júnior et al., 2012; Dias et
541 al., 2014; Silva et al., 2014; Silva et al., 2015a; Silva et al., 2015b; Silva et al., 2015c; Martins et al.,
542 2015). Trabalhos com bovinocultura de leite são escassos, onde podemos citar o trabalho de Martins
543 et al. (2015), que avaliou as características de produção dessa categoria, havendo uma necessidade
544 vital de um maior número de pesquisas para que se solidifiquem as compilações de dados, e
545 posteriormente possam ser realizadas equações que predigam as características nutricionais e
546 produtivas através do comportamento ingestivo.

547

548 **Considerações finais**

549 Com base no exposto, observa-se a importância da avaliação com base na interface do animal,
550 forragem e suplemento através do comportamento ingestivo. Como relatado o animal ruminante
551 demonstra-se sensível ao manejo alimentar, associadas principalmente as frequências de fornecimento
552 da dieta concentrada, o intervalo de fornecimento de uma refeição pra outra e a quantidade fornecida
553 por refeição, como consequência, alterações podem ocorrer na digesta ruminal.

554 Em situações onde, a produção endógena de tamponantes é insuficiente para manter a saúde
555 adequada do ambiente ruminal, alternativas precisam ser adotadas. Nesse sentido, a manipulação do
556 BCAD, através do tamponante exógeno NaHCO_3 , surge como uma alternativa para amenizar os
557 efeitos causados pela utilização cada vez mais recorrente e elevada da suplementação concentrada
558 para vacas lactantes de alta produção. Uma vez, que a suplementação concentrada tornou-se
559 essencial para desempenho máximo da cadeia produtiva.

560 Com isso, observa-se cada vez mais a necessidade de técnicas que visam o aprimoramento do
561 manejo alimentar. Como relatado a correlação transcende com uma vertente, que apesar de nem
562 todas as variáveis nutricionais e produtivas interagirem com as variáveis do comportamento
563 ingestivo. É possível a seleção de variáveis específicas, o que contribuirá para o âmbito da pesquisa
564 na busca do aperfeiçoamento das técnicas de manejo alimentar.

566 **Bibliografia**

- 567 Albright, JL 1993, 'Feeding Behavior of Dairy Cattle', *Journal of Dairy Science*, vol.76, no.2, pp.
568 485-498.
- 569 Allen, MS, Bradford, BJ & HarvatinE, KJ 2005, 'The cow as a model to study food intake
570 regulation', *Annual Review of Nutrition*, vol. 25, pp. 523-47.
- 571 Andersen, PH, Bergelin, B & Christensent, KA 1994, 'Effect of feeding regimen on concentration of
572 free endotoxin in ruminal fluid of cattle' *Journal Animal Science*, vol. 72, no. 2, pp. 487-491.
- 573 Apper-Bossard, E, Faverdin, P, Meschy, F, & Peyraud, JL 2010, 'Effects of dietary cation-anion
574 difference on ruminal metabolism and blood acid-base regulation in dairy cows receiving 2
575 contrasting levels of concentrate in diets', *Journal of Dairy Science*, vol. 93, no. 9, pp. 4196-
576 4210.
- 577 Apper-Bossard, E, Peyraud, JF, Faerdin, P & Meschy, F 2006, 'Changing dietary cation-anion
578 difference for cows fed with two contrasting levels of concentrate in diets', *Journal of Dairy
579 Science*, vol. 89, no. 2, pp. 749-760.
- 580 Aschenbach, JR, Penner, GB, Stumpff, F & Gabel, G 2011, 'Ruminant Nutrition Symposium: Role
581 of fermentation acid absorption in the regulation of ruminal pH', *Journal Animal Science*, vol.
582 89, no. 4, pp. 1092-1107.
- 583 Atherton, JC 2009, 'Acidebase balance: maintenance of plasma pH', *Anaesthesia e Intensive Care
584 Medicine*, vol. 10, no. 11, pp. 557-561.
- 585 Beauchemin, KA, Eriksen, L, Norgaard, P & Rode, LM 2008, 'Salivary secretion during meals in
586 lactating dairy cattle', *Journal of Dairy Science*, vol. 91, no. 5, pp. 2077-2081.
- 587 Beauchemin, KA, Yang, WZ & Rode, LM 2003, 'Effect of particle size of alfalfa based dairy cow
588 diets on chewing activity, ruminal fermentation, and milk production', *Journal of Dairy Science*,
589 vol. 86, no. 2, pp. 630-643.
- 590 Carlson, GP & Bruss, M 2008, 'Fluid, electrolyte, and acid-base balance', *Clinical Biochemistry of
591 Domestic Animals*, 6th (Ed.), pp. 529-559.
- 592 Catterton, TL & Erdman, RA 2016, 'The effect of cation source and dietary cation-anion difference
593 on rumen ion concentrations in lactating dairy cows', *Journal of Dairy Science*, vol. 99, no. 8, pp.
594 1-11.
- 595 Charbonneau, E, Chouinard, PY, Tremblay, GF, Allard, G & Pellerin, D 2008 'Hay to reduce dietary
596 cation-anion difference for dry dairy cows' *Journal of Dairy Science*, vol.91, no.4, pp.1585-1596.
- 597 Charbonneau, E, Pellerin, D & Oetzel, GR 2006, 'Impact of lowering dietary cation-anion difference
598 in nonlactating dairy cows: A meta-analysis', *Journal of Dairy Science*, vol. 89, no. 2, pp. 537-
599 548.
- 600 Clayton, EH, Lean, IJ, Rowe, JB & Cox, JW 1999, 'Effects of feeding virginiamycin and sodium
601 bicarbonate to grazing lactating dairy cows', *Journal of Dairy Science*, vol. 82, no. 7, pp. 1545-
602 1554.

- 603 Correa, LB, Zanetti, MA, Del Claro, GR, Paiva, FA & Elmor, LD 2006 ‘Balanço cátion-aniônico da
604 dieta na composição do leite’, *Ciência Rural*, vol. 36, no.5, pp. 1589-1583.
- 605 Correa, LB, Zanetti, MA, Saran Netto, A, Del Claro, GR, Paiva, FA, Martins, PGMA 2014, ‘Effects
606 of supplemental dietary sodium bicarbonate on performance of lactating Holstein cows during
607 the summer season in Brazil’, *Livestock Science*, vol. 14, pp. 1871-1413.
- 608 Degaris, PJ, Lean, IJ, Rabiee, AR & Stevenson, MA 2010, ‘Effects of increasing days of exposure to
609 prepartum diets on the concentration of certain blood metabolites’, *Australian Veterinary
610 Journal*, vol. 88, no. 4, pp. 137-145.
- 611 Dengler, F, Rackwitz, R, Benesch, F, Pfannkuche, H & Gabel, G 2014, ‘Bicarbonate-dependent
612 transport of acetate and butyrate across the basolateral membrane of sheep rumen epithelium’,
613 *Acta Physiologica*, vol. 210, no. 2, pp. 403-414.
- 614 Devries, TJ & Chevaux, E 2014, ‘Modification of the feeding behavior of dairy cows’, *Journal of
615 Dairy Science*, vol. 97, no. 10, pp. 6499-6510.
- 616 Erdman, RA, Hemken, RW & Bull, LS 1982, ‘Dietary sodium bicarbonate and magnesium oxide for
617 early postpartum lactating dairy cows: effects on production, acid-base metabolism, and
618 digestion’, *Journal of Dairy Science*, vol. 65, no. 5, pp. 712-731.
- 619 Faleiro, AG, Ferret, XA, Manteca, JL.; Torre, R & Calsamiglia, S 2007, ‘Supresión de la paja de
620 cereal en el cebo de terneros. Efecto sobre el comportamiento de los animales’, *ITEA*, no. 28, pp.
621 65-167.
- 622 Ferraretto, LF, Shaver, RD & Bertics, SJ 2012, ‘Effect of dietary supplementation with live-cell
623 yeast at two dosages on lactation performance, ruminal fermentation, and total tract nutriente
624 digestibility in dairy cows’, *Journal of Dairy Science*, vol. 95, no. 7, pp. 4017-4028.
- 625 Figueiredo, MRP, Saliba, EOS, Borges, I, Rebouças, GMN, Silva, FA & Sá, HCM 2013,
626 ‘Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com diferentes fontes de fibra’, *Arquivo
627 Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, vol. 65, no. 2, pp. 485-489.
- 628 Forbes, JM 1999, ‘Natural feeding behavior and feed selection’, In: HEIDE, D et al (Eds),
629 Regulation of feed intake, *CAB international*, pp. 03-12.
- 630 Freitas, MD, Ferreira, MG, Ferreiras, PM, Carvalho, AU, Lage, AP, Heinemann, MB & Facury
631 Filho, EJ 2010, ‘Equilíbrio eletrolítico e ácido-base em bovinos’ *Ciência Rural*, vol. 40, no. 12,
632 pp. 2608-2615.
- 633 Goel, N 2012, ‘Understanding blood gases/acidebase balance’, *Paediatrics and Child Health*, vol.
634 22, no. 4, pp. 142-148.
- 635 González, LA, Ferret, A, Manteca, X & Calsamiglia, S 2008, ‘Increasing sodium bicarbonate level
636 in high-concentrate diets for heifers. II. Effects on chewing and feeding behaviors’ *Animal*, vol.
637 2, no. 5, p. 713-722.
- 638 González, LA, Manteca, X, Calsamiglia, S, Schwartzkopf-Genswein, KS & Ferret, A 2012,
639 ‘Ruminal acidosis in feedlot cattle: Interplay between feed ingredients rumen function and
640 feeding behavior (a review)’, *Animal Feed Science and Technology*, vol. 172, no. 1, pp. 66–79.

- 641 Gozho, GN, Plaizier, JC, Krause, DO, Kennedy, AD & Wittenberg, KM 2005, 'Subacute ruminal
642 acidosis induces ruminal lipopolysaccharide endotoxin release and triggers an inflammatory
643 response', *Journal of Dairy Science*, vol. 88, no. 4, pp. 1399-1403.
- 644 Grünberg, W, Donkin, SS & Constable, PD 2011, 'Periparturient effects of feeding a low dietary
645 cation-anion difference diet on acid-base, calcium, and phosphorus homeostasis and on
646 intravenous glucose tolerance test in high-producing dairy cows', *Journal of Dairy Science*, vol.
647 94, no. 2, pp. 727-745.
- 648 Hasan, ZU, Sarwar, M, Iqbal, Z, Bilal, MQ & Chatha, ZA 2001, 'Dietary cation anion balance in the
649 ruminants II – effects during mid lactation and dry period', *International Journal Agricultural
650 and Biological Engineering*, vol. 3, no. 1, pp. 143-148.
- 651 Hersom, MJ, Hansen, GR & Arthington, JD 2010, 'Effect of dietary cation-anion difference on
652 measures of acidbase physiology and performance in beef cattle', *Journal of Animal Science*, vol.
653 88, no. 1, pp. 374-382.
- 654 Hille, KT, Hetz, SK, Rosendahl, J, Braun, HS, Pieper, R & Stumpff, F 2016, 'Determination of
655 Henry's constant, the dissociation constant, and the buffer capacity of the bicarbonate system in
656 ruminal fluid', *Journal of Dairy Science*, vol. 99, no. 1, pp. 369-385.
- 657 Hu, W, Kung JRL, Murphy, MR 2007, 'Relationship between dry matter intake and acid-base status
658 of lactating dairy cows as manipulated by dietary cation-anion difference', *Animal Feed Science
659 and Technology*, vol. 136, no. 3, pp. 216-225.
- 660 Hu, W, Murphy, M 2004, 'Dietary cation-anion difference effects on performance and acid-base
661 status of lactating dairy cows: a meta-analysis', *Journal of Dairy Science*, vol. 87, no. 7, pp.
662 2222-2229.
- 663 Hu, W & Murphy, MR 2005, 'Statistical evaluation of early- and mid-lactation dairy cow responses
664 to dietary sodium bicarbonate addition', *Animal Feed Science and Technology*, vol. 119, no. 1,
665 pp. 43-54.
- 666 Idibu, J, Kabi, F & Mpairwe, D 2016, 'Behavioural response of pure Ankole and crossbred (Ankole
667 × Holstein) cows to seasonal pasturevariations in south-western Uganda', *Applied Animal
668 Behaviour Science*, vol. 174, pp. 11-18.
- 669 Iwaniuk, ME & Erdman, RA 2015, 'Intake, milk production, ruminal, and feed efficiency responses
670 to dietary cation-anion difference by lactating dairy cows', *Journal of Dairy Science*, vol. 98, no.
671 12, pp. 1-13.
- 672 Jones, G, Maddever, KD, Court, DL & Phillips, M 1996, 'The time taken by cows to eat
673 concentrates', *Animal Science*, vol. 8, no. 3, pp. 489-497.
- 674 Khelil-Arfa, H, Faverdin, P & Boudon, A 2014, 'Effect of ambient temperature and sodium
675 bicarbonate supplementation on water and electrolyte balances in dry and lactating Holstein
676 cows' *Journal of Dairy Science*, vol. 97, no. 4, pp. 2305-2318.
- 677 Krehbiel, CR 2014, 'Invited review: Applied nutrition of ruminants: Fermentation and digestive
678 physiology', *The Professional Animal Scientist*, vol. 30, no. 2, pp. 129-139.

- 679 Lean, IJ, Degaris, PJ, Mcneil, DM, Block, E 2006, 'Hypocalcaemia in dairy cattle: Meta-analysis
680 and dietary cation-anion difference theory revisited', *Journal of Dairy Science*, vol. 89, no. 2, pp.
681 669-684.
- 682 Loncke, CL, Nespen, V, Launay, C, Sulmont, E, Dussert, L & Demey, V 2012, 'Effect of
683 *Saccharomyces cerevisiae* CNCM I-1077 supplementation on zootechnical performances and
684 feeding behavior of dairy bull calves during growing period', *Journal Animl Science*, vol. 90, p.
685 589.
- 686 López, S, Hovell, FDD & Macleod, NA 1994, 'Osmotic pressure, water kinetics and volatile fatty
687 acid absorption in the rumen of sheep sustained by intragastric infusions', *British Journal*
688 *Nutrition*, vol. 71, no. 2, p. 153-168.
- 689 Maia, AS, Silva, RG & Loureiro, CMB 2005, 'Sensible and latent heat loss from the body surface of
690 Holstein cows in a tropical environment', *International Journal Biometeorology*, vol. 50, no. 1,
691 pp. 17-22.
- 692 Martins, SCSG, Carvalho, GGP, Pires, AJV, Silva, RR, Leite, LC & Nicory, IMC 2015, 'Correlação
693 entre produção e composição do leite e comportamento ingestivo de vacas lactantes alimentadas
694 com dietas contendo silagens de cana-de-açúcar', *Semina: Ciências Agrárias*, vol. 36, no. 3, pp.
695 2155-2164.
- 696 Mendes, FBL, Silva, RR, Carvalho, GGP, Silva, FF, Lins, TOJA, Silva, ALN, Macedo, M, Abreu
697 Filho, G, Souza, S.O & Guimarães, J.O 2014, 'Ingestive behavior of grazing steers fed increasing
698 levels of concentrate supplementation with different crude protein contentes', *Tropical Animal*
699 *Health and Production*, vol. 47, no. 2, pp. 423-4288.
- 700 Míssio, RL, Brondani, IL, Alves Filho, DC, Silveira, MF, Freitas, LS & Restle, J 2010,
701 'Comportamento ingestivo de tourinhos terminados em confinamento, alimentados com
702 diferentes níveis de concentrado na dieta', *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 39, no. 7, pp.
703 1571-1578.
- 704 Mullins, CR, Mamedova, LK, Brouk, MJ, Moore, CE, Green, HB, Perfield, KL, Smith, JF, Harner,
705 JP & Bradford, BJ 2012, 'Effects of monensin on metabolic parameters, feeding behavior, and
706 productivity of transition dairy cows', *Journal of Dairy Science*, vol. 95, no. 3, pp. 1323-1336.
- 707 Niu, M, Ying, Y, Bartell, PA & Harvatine, KJ 2014, 'The effects of feeding time on milk production,
708 total-tract digestibility, and daily rhythms of feeding behavior and plasma metabolites and
709 hormones in dairy cows', *Journal of Dairy Science*, vol. 97, no. 12, pp. 7764-7776.
- 710 Oba, M, Oakleya, AE & Tremblayb, GF 2011, 'Dietary Ca concentration to minimize the risk of
711 hypocalcaemia in dairy cows is affected by the dietary cation-anion difference', *Animal Feed*
712 *Science and Technology*, vol. 164, pp. 147-153.
- 713 Oliveira, MVM, Rufino Júnior, J, Romero, JV, Silva, DCG, Luz, DF, Vargas Junior, FM, Fernandes,
714 HJ & Salla, LE 2015, 'Comportamento ingestivo de novilhas pantaneiras mantidas em regime de
715 confinamento', *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, vol. 16, no. 3, pp. 688-698.
- 716 Penner, GB, Tremblay, GF, Dow, T & Oba, 2008, 'Timothy hay with a low dietary cation-anion
717 difference improves calcium homeostasis in periparturient Holstein cows', *Journal of Dairy*
718 *Science*, vol. 91, no. 5, pp. 1959-1968.

- 719 Provenza, FD & Villalba, JJ 2006, 'Foraging in domestic herbivores: linking the internal and
720 external milieu. In: Feeding in domestic vertebrates: from structure to function', BELS, VL, (ed.)
721 CABI Publ., Oxfordshire, UK, p. 210.
- 722 Rabbani, I, Vlitakis, CS, Noci, B & Martens, H 2011, 'Evidence for NHE3-mediated Na transport in
723 sheep and bovine forestomach', *American journal of Physiology Regulatory, Integrative and*
724 *Comparative Physiology*, vol. 301, no. 2, pp. 301-313.
- 725 Rauch, RE, Robinson, PH & Erasmus, LJ 2012, 'Effects of sodium bicarbonate and calcium
726 magnesium carbonate supplementation on performance of high producing dairy cows', *Animal*
727 *Feed Science and Technology*, vol. 177, no. 3, pp. 180-193.
- 728 Roschinsky, R, Mulindwa, H, Galukande, E, Wurzinger, M, Mpairwe, D, Okeyo, MA & S'olkner, J
729 2012, 'Pasture use and management strategies in the Ankolepastoral system in Uganda', *Grass*
730 *and Forage Science*, vol. 67, no. 2, pp. 199-209.
- 731 Sampaio, IBS 2015, 'Estatística aplicada à experimentação animal', 4^o ed. *Fundação de Estudo e*
732 *Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia*, p. 265.
- 733 Santana Júnior, HA, Silva, RR, Carvalho, GGP, Silva, FF, Mendes, FBL, Abreu Filho, G, Trindade
734 Júnior, G, Cardoso, EO, Barroso, DS & Pereira, MM 2012, 'Correlação entre digestibilidade e
735 comportamento ingestivo de novilhas suplementadas a pasto', *Archivos de Zootecnia*, vol. 61, no.
736 236, pp. 549-558.
- 737 Santana Júnior, HA, Silva, RR, Carvalho, GGP, Silva, FF, Trindade Junior, G, Pinheiro, AA,
738 Rodrigues, ESO, Abreu Filho, G, Santana, EOC & Mendes, FBL 2013, 'Correlation between
739 intake and ingestive behavior of pasture-grazed heifers', *Semina: Ciências Agrárias*, vol. 34, no.
740 6, pp. 2963-2976.
- 741 Schneider, PL, Beede, DK & Wilcox, CJ 1988, 'Nycterohemeral patterns of acid-base status, mineral
742 concentrations and digestive function of lactating cows in natural or chamber heat stress
743 environments', *Journal Animal Science*, vol. 66, no. 1, pp. 112-125.
- 744 Seifi, HA, Mohri, M, Farzaneh, N, Nemati, H & Nejhad, SV 2010, 'Effects of anionic salts
745 supplementation on blood pH and mineral status, energy metabolism, reproduction and
746 production in transition dairy cows', *Research in Veterinary Science*, vol. 89, no. 1, pp. 72-77.
- 747 Sheahan, AJ, Kolver, ES & Roche, JR 2011, 'Genetic strain and diet effects on grazing behavior,
748 pasture intake, and milk production', *Journal of Dairy Science*, vol. 94, no. 7, pp. 3583-3591.
- 749 Silva, A, Silva, R, Carvalho, G, Silva, F, Lins, T, Zeoula, L, Franco, S, Silva, AP, Carvalho, V, &
750 Abreu, G 2015c, 'Correlation between ingestive behavior and digestibility coefficients of
751 supplemented grazing steers, with or without addition of propolis extract (LLOS[®])', *Journal of*
752 *Advances in Biology & Biotechnology*, vol. 4, no. 1, pp. 1-12.
- 753 Silva, ALN, Silva, RR, Carvalho, GGP, Silva, FF, Lins, TOJDA, Zeoula, LM, Franco, SL, Souza,
754 SOM, Pereira, MS & Barroso, DS 2014, 'Correlation between ingestive behaviour, intake and
755 performance of grazing cattle supplemented with or without propolis extract (LLOS[®])', *Journal*
756 *of Agricultural and Crop Research*, vol. 2, no. 1, pp. 1-10.
- 757 Silva, RR, Oliveira, AC, Carvalho, GGP, Silva, FF, Mendes, FBL, Almeida, VVS, Rodrigues, LBO,
758 Pinheiro, AA, Silva, APG & Prado, RM 2015a 'Correlation between intake and ingestive

- 759 behaviour of confined Holstein-Zebu crossbred heifers', *American Journal of Experimental*
760 *Agriculture*, vol. 6, no. 1, pp. 15-21.
- 761 Silva, RR, Oliveira, AC, Carvalho, GGP, Silva, FF, Mendes, FBL, Almeida, VVS, Rodrigues, LBO,
762 Pinheiro, AA, Silva, APG, Silva, JWD & Lisboa, MM 2015b, 'Correlation between intake and
763 feeding behavior of holstein calves fed diets supplemented with pellets and mash', *American*
764 *Journal of Experimental Agriculture*, vol. 7, no. 6, pp. 382-388.
- 765 Spanghero, M 2004, 'Prediction of blood and urinary pH in non-lactating dairy cows fed anionic
766 diets', *Animal Feed Science and Technology*, vol. 116, no. 1, pp. 83-92.
- 767 Stumpff, F, Martens, H, Bilk, S, Aschenbach, JR & Gabel, G 2009, 'Cultured ruminal epithelial cells
768 express a large-conductance channel permeable to chloride, bicarbonate, and acetate', *Pflugers*
769 *Archives*, vol. 457, no. 5, pp. 1003-1022.
- 770 Tolkamp, BJ, Allcroft, DJ, Barrio, JP, Bley, TA, Howie, JA, Jacobsen, TB, Morgan, CA,
771 Schweitzer, DP, Wilkinson, S, Yeates, MP & KYRIAZAKIS, I 2011, 'The temporal structure of
772 feeding behavior', *American Journal Physiology Regulatory Integrative and Comparative*
773 *Physiology*, vol. 301, no. 2, pp. 378-393.
- 774 Tucker, WB, Jackson, JA, Hopkins, DM & Hogue, JF 1991 'Influence of dietary sodium bicarbonate
775 on the potassium metabolism of growing dairy calves', *Journal of Dairy Science*, vol. 74, no. 7,
776 p. 2296-2302.
- 777 Hu, W, Kung, JRL & Murphy, MR 2007, 'Relationships between dry matter intake and acid-base
778 status of lactating dairy cows as manipulated by dietary cation-anion difference', *Animal Feed*
779 *Science and Technology*, vol. 136, no. 3, pp. 216-225.
- 780 West, JW 2003, 'Effects of heat-stress on production in dairy cattle', *Journal of Dairy Science*, vol.
781 86, no. 6, pp. 2131-2144.
- 782 Whetsell, MS, Prigge, EC & Nestor, EL 2004, 'Influence of mass of ruminal contents on voluntary
783 intake and digesta passage in steers fed a forage and a concentrate diet', *Journal Animal Science*,
784 vol. 82, no. 6, pp. 1806-1817.
- 785 Wilkens, MR, Oberheide, I, Schröder, B, Azem, E, Steinberg, W & Breves, G 2012, 'Influence of
786 the combination of 25-hydroxyvitamin D3 and a diet negative in cation-anion difference on
787 periparturient calcium homeostasis of dairy cows', *Journal of Dairy Science*, vol. 95, no. 1, pp. 151-
788 164.
- 789 Wu, W, Yang, Y, Zhang, J & Li, S 2013, 'Reducing dietary cation-anion difference on acid-base
790 balance, plasma minerals level and anti-oxidative stress of female goats', *Journal of Integrative*
791 *Agriculture*, vol. 12, no. 9, pp. 1620-1628.
- 792 Wu, WX 2011, 'The correlation between dietary cation-anion difference and acid-base balance of
793 body fluid in dairy cows', *Chinese Journal of Animal Nutrition*, vol. 23, pp. 2198-2202.
- 794 Wu, WX & Li, SL 2011, 'Metabolism, health and lactation performance of periparturient cows fed
795 diets with vary cation-anion difference in Karst area', *Acta Veterinaria et Zootechnica Sinica*,
796 vol. 42, pp. 1113-1119.

797 Wu, Z, Bernard, JK & Taylor, SJ 2015, 'Effect of feeding calcareous marine algae to Holstein cows
798 prepartum or postpartum on serum metabolites and performance'; *Journal of Dairy Science*, vol.
799 98, no. 7, pp. 4629-4639.

800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841

Tabela I. Principais sistemas tampões em fluidos corporais

Sangue	
Proteínas plasmáticas	$HPr = Pr^- + H^+$
Hemoglobina	$HHb = Hb + H^+$
Bicarbonato	$H_2CO_3 = H^+$

Fluido extracelular	
Bicarbonato	$H_2CO_3 = H^+$

Fluido intracelular	
Proteínas	$HPr = Pr + H^+$
Fosfato	$H_2PO_4 + H^+$

(Atherton et al., 2009)

**CAPÍTULO 2. COMPORTAMENTO INGESTIVO DE VACAS LACTANTES
EM PASTAGEM TROPICAL, SUBMETIDAS A NÍVEIS DE BALANÇO
CÁTION-ANIÔNICO DA DIETA**

Elaborada de acordo com as Normas da Revista Brasileira de Zootecnia

(<http://www.scielo.br/revistas/rbz/iinstruc.htm>)

Comportamento ingestivo de vacas lactantes em pastagem tropical, submetidas a níveis de balanço cátion-aniônico da dieta

RESUMO - Objetivou-se avaliar o comportamento ingestivo de vacas lactantes submetidas a níveis de balanço cátion-aniônico da dieta. Foram utilizadas 10 vacas lactantes $\frac{3}{4}$ Holandês x $\frac{1}{4}$ Gir Leiteiro, no terço médio de lactação, com idade média de $70 \pm 4,6$ meses e peso corporal médio de $400 \pm 55,2$ kg. Os animais foram mantidos em sistema de pastejo intermitente. Distribuídos em cinco tratamentos, em delineamento experimental de quadrado latino 5×5 , com dois quadrados simultâneos. Os tratamentos foram constituídos de níveis de balanço cátion-aniônico da dieta (BCAD): +237 – Dieta com +237 mEq na MS do suplemento; +258 – Dieta com +258 mEq na MS do suplemento; +294 – Dieta com +294 mEq na MS do suplemento; +347 – Dieta com +347 mEq na MS do suplemento; +419 – Dieta com +419 mEq na MS do suplemento. O experimento teve duração de 75 dias, sendo cinco períodos de 15 dias. A avaliação do comportamento ingestivo foi realizada no 14º dia de cada período, sendo feitas avaliações a cada cinco minutos por um período de 24 horas. Os resultados foram analisados estatisticamente por meio de análises de variância e regressão a 0,05 de significância, com o auxílio do programa SAEG (versão 9.0). As variáveis de comportamento ingestivo, aspectos de bocados, aspectos de ruminação e eficiências do comportamento ingestivo não foram influenciadas pelos níveis de BCAD. O número de períodos de ruminação apresentou efeito linear crescente em função dos níveis de BCAD. Os níveis de BCAD, em grande parte, não exerceram efeitos sobre o comportamento ingestivo, sugerindo que animais sob essas condições de pastejo não há necessidade manipulação do BCAD, pois demonstraram capacidade autoreguladoras de manter o tamponamento ruminal e, conseqüentemente, a saúde do rúmen.

Palavras-chave: bicarbonato de sódio, eletrolítico, ingestão, ruminante, suplementação, tamponante

Introdução

O balanço cátion-aniônico da dieta (BCAD) representa a diferença entre cátions e ânions, sendo calculado em miliequivalentes $((Na^+ + S^+) - (Cl^- + S^-))$ por kilograma da matéria seca, sendo sua principal função regular o equilíbrio ácido-base. A manipulação do BCAD para vacas lactantes tinha como objetivo primário favorecer esses animais no período de transição, com a finalidade de prevenir a hipocalcemia, através do BCAD negativo (Wilkens et al. 2012; Wu et al. 2015).

No entanto, Iwaniuk e Erdman (2015) relataram em meta-análise que pesquisas têm sido voltadas para vacas lactantes após o período de transição, onde foi relatado que a utilização do BCAD positivo, exerce efeito sobre o ambiente ruminal devido a sua ação tamponante. Principalmente quando há fornecimento da suplementação concentrada, que predispõem o animal a um ambiente ruminal acidótico.

Associando essa atividade ao comportamento ingestivo, podem ocorrer variações no tempo destinado às atividades comportamentais, como aumento no tempo de alimentação no cocho e diminuição no tempo de pastejo. Dependendo da quantidade fornecida, ocorre uma sobrecarga de ácido orgânicos, o que pode acarretar na ausência de sincronização entre essa produção de ácidos e capacidade tamponante endógena do metabolismo (principalmente a saliva), podendo acarretar distúrbios metabólicos, como a acidose ruminal.

González et al. (2012) enfatizam que o consumo diário e a mastigação estão intimamente relacionados com o equilíbrio ácido-base do rúmen, em que o consumo diário determina a produção de ácidos orgânicos e a mastigação determina a produção de saliva. A saliva contribui com a reciclagem ou produção de substâncias capazes de auxiliar na manutenção da homeostase ruminal.

Apesar de a produção de bicarbonato de sódio (NaHCO_3) se dar pela mastigação, em casos específicos de suplementação concentrada podem não ser suficientes. O tamponante dietético NaHCO_3 atua neutralizando a acidez do rúmen e estabilizando o pH ruminal (Cruywagen et al. 2015). Nesse contexto, alterações podem ocorrer sobre o comportamento ingestivo, devido a mudanças na concentração de nutrientes associadas à produção de ácidos graxos voláteis ou da pressão osmótica dos fluidos corporais (González et al., 2012).

Objetivou-se avaliar o comportamento ingestivo de vacas lactantes em pastagem tropical, submetidas a níveis de balanço cátion-aniônico da dieta.

Material e métodos

O Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual do Piauí – UESPI avaliou e aprovou a pesquisa científica sob o protocolo número 10.918/15.

O experimento foi conduzido em Jequié, Bahia, Brasil (latitude: 13° 51' 27" S, longitude: 40° 05' 01" W, altitude: 215 m). Sendo o trabalho de campo implantado numa área de dois hectares, dividida em 13 piquetes de aproximadamente 0,15 hectares cada, formada de *Brachiaria brizantha* cultivar MG-5. Foi utilizado o sistema de pastejo intermitente nos piquetes, com período de ocupação de dois dias e 24 dias por período de descanso, com taxa de lotação correspondente a aproximadamente 6,06 UA/ha.

Foi utilizada irrigação modelo de aspersão fixa em malha com evasão 6mm/h, sendo regulada para manter a umidade ideal para a cultivar utilizada. No entanto houve variação na distribuição nos períodos entre a precipitação e irrigação, devido à estacionalidade, associadas às temperaturas de inverno que não permitem que forrageiras tropicais se desenvolvam adequadamente nessa época do ano. Foram

coletados os dados de temperatura (termômetro de máxima e mínima com amplitude de -40 a +50°C, Walmur[®]), precipitação e irrigação durante todo o período experimental (Tabela 1).

Foram utilizadas 10 vacas lactantes $\frac{3}{4}$ Holandês x $\frac{1}{4}$ Gir Leiteiro, no terço médio de lactação, com idade média de 70±4,6 meses e peso corporal médio de 400±55,2 kg, distribuídas em cinco tratamentos, em delineamento quadrado latino 5x5, com dois quadrados simultâneos. O experimento teve duração de 75 dias, divididos em cinco períodos de 15 dias, sendo 10 dias para adaptação dos animais ao aditivo (Bicarbonato de sódio) e cinco dias para coletas de dados. Os tratamentos foram constituídos de níveis de balanço cátion-aniônico da dieta (BCAD): +237 – Dieta com BCAD de +237 mEq na MS do suplemento; +258 – Dieta com BCAD de +258 mEq na MS do suplemento; +295 – Dieta com BCAD de +294 mEq na MS do suplemento; +347 – Dieta com BCAD de +347 mEq na MS do suplemento; +419 – Dieta com BCAD de +419 mEq na MS do suplemento.

Os valores do BCAD nos tratamentos supracitados foram manipulados por meio de níveis de bicarbonato de sódio na dieta: +237 – Dieta com 0% de inclusão do bicarbonato de sódio na MS do suplemento; +258 – Dieta com 0,75% de inclusão do bicarbonato de sódio na MS do suplemento; +294 – Dieta com 1,50% de inclusão do bicarbonato de sódio na MS do suplemento; +347 – Dieta com 2,25% de inclusão do bicarbonato de sódio na MS do suplemento; +419 – Dieta com 3,00% de inclusão do bicarbonato de sódio na MS do suplemento.

O BCAD foi calculado pela equação: $BCAD = [(Na^+ + K^+ - Cl^- + S^-)]$ mEq/kg da MS do suplemento. O cálculo do BCAD foi realizado a partir do percentual de sódio, potássio, cloro e enxofre na dieta em miliequivalente (mEq), que é a milésima parte do equivalente e este, por sua vez, relaciona o peso atômico com a carga do cátion ou

ânion. O fornecimento do concentrado (5 kg/animal/dia) foi feito duas vezes ao dia após as ordenhas. O concentrado era composto por: milho moído (626,6 g/kg), farelo de soja (235,0 g/kg), caroço de algodão (94,0 g/kg) calcário calcítico (15,7 g/kg), sal mineral (25,1 g/kg), ureia (3,1 g/kg), sulfato de amônia (0,3 g/kg) e bicarbonato de sódio (0,0 g/kg no tratamento BCAD +237; 0,1 g/kg no tratamento BCAD +258; 0,2 g/kg no tratamento BCAD +294; 0,3 g/kg no tratamento BCAD +347; 0,4 g/kg no tratamento BCAD +419).

A taxa de lotação (TL) foi calculada considerando a unidade animal (UA) como sendo 450 kg de peso corporal, utilizando-se a seguinte fórmula: $TL = (UAt)/\text{área}$, em que: TL = taxa de lotação, em UA/ha; UAt = unidade animal total; Área = área experimental total, em ha. Para estimar a disponibilidade de MS, foram tomadas amostras cortadas ao nível do solo com um quadrado de $0,25\text{m}^2$, conforme metodologia descrita por McMeniman (1997). As estimativas de biomassa residual de matéria seca (BR) foram realizadas conforme o método da dupla amostragem (Wilm et al., 1994).

A estimativa da taxa de acúmulo diário de MS (TAD) foi realizada através da equação proposta por Campbell (1966): $TAD_j = (G_i - F_{i-1})/n$; em que: TAD_j = taxa de acúmulo de matéria seca diária no período j, em kg MS/ha/dia; G_i = matéria seca dentro das gaiolas no instante i, em kgMS/ha; F_{i-1} = matéria seca fora das gaiolas no instante i - 1, em kg MS/ha; n= número de dias do período j.

A oferta de forragem (OF) foi calculada de acordo com a equação proposta por Prohmann et al. (2004): $OF = \{(BRD*\text{área} + TAD*\text{área})/PC_{\text{total}}\} * 100$, em que: OF = oferta de forragem, em kg MS/100 kg PC/dia; BRD = biomassa residual total, em kg/MS/ha dia; TAD = taxa de acúmulo diário, em kg/MS/ha/dia; PC = peso corporal total dos animais, em kg/ha.

Foi calculada a MS potencialmente digestível (MSpd) da pastagem, conforme descrito por Paulino et al. (2006), pela equação: $MSpd = 0,98 * (100 - \%FDN) + (\%FDN - \%FDNi)$. Para cálculo da disponibilidade de MS potencialmente digestível (DMSpd), foi utilizada a equação: $DMSpd = DTMS * MSpd$, em que: DMSpd = disponibilidade de MS potencialmente digestível, em kg/ha; DTMS = disponibilidade total de MS, em kg/ha; MSpd = MS potencialmente digestível, em percentual. Foi mensurada a altura da forragem através de uma régua graduada em todos os pontos de coleta da forragem. As amostras do pastejo simulado foram obtidas através dos animais experimentais, identificando-se o tipo de material consumido e coletando-se uma amostra semelhante ao alimento ingerido (Johnson, 1978), sendo que as coletas foram realizadas três vezes por períodos, totalizando quinze coleta durante os cinco períodos.

Posteriormente à avaliação da pastagem foram encontrados os seguintes resultados: disponibilidade massa de forragem total = $5114,72 \pm 1192,12$ kg/ha; disponibilidade massa verde de forragem = $3053,13 \pm 1170,99$ kg/ha; matéria seca potencialmente digestível = $73,48 \pm 0,87$ g/kg; disponibilidade de matéria seca potencialmente digestível = $3754,55 \pm 856,98$ kg/ha; biomassa residual diária = $154,49 \pm 54,58$ kg de MS/ha/dia; taxa de lotação = $6,06 \pm 1,8$ UA/ha; taxa de acúmulo diário = $58,62 \pm 9,95$ kg de MS/ha/dia; oferta de forragem = $7,38 \pm 1,72$ kg de MS/100 kg de PC/dia; altura de forragem = $42,71 \pm 11,68$ cm; folha = $22,5\%$ kg/ha; colmo = $37,2\%$ kg/ha; folha:colmo = $0,62 \pm 0,13$ g/g, sendo que a dieta total apresentou uma relação volumoso:concentrado 62:38.

Para estimar a produção fecal foi utilizado o LIPE[®] de 500 mg (Lignina isolada e purificada de Eucalipto) como indicador externo, fornecida diariamente uma cápsula após o fornecimento de concentrado, durante sete dias, sendo três dias para adaptação e regulação do fluxo de excreção do marcador e quatro dias para coleta das fezes (Saliba

et al., 2003). As fezes foram coletadas uma vez ao dia, logo após a administração do indicador, diretamente da ampola retal, e armazenadas em *freezer* fria à -10°C. Para determinação do indicador interno, fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), as amostras da forragem, fezes e concentrado foram incubadas no rúmen de cinco animais fistulados por 240 horas (Casali et al., 2008), tendo o resíduo como indigestível.

O consumo de MS foi obtido através da seguinte equação: $CMS = \{[(PF * CIFZ) - IS] / CIFR\} + CMSS$, em que CMS é o consumo de matéria seca (kg/dia); PF é a produção fecal (kg/dia); CIFZ concentração do indicador presente nas fezes (kg/kg); IS é o indicador presente no suplemento (kg/dia); CIFR é a concentração do indicador presente na forragem (kg/kg) e o CMSS que é o consumo de matéria seca do suplemento (kg/dia). O teor de matéria seca (Protocolo 967,03), proteína bruta (Protocolo 981,10), matéria mineral (Protocolo 942,05) e extrato etéreo (Protocolo 920,29) foram determinados de acordo com o método da AOAC (1990) (Tabela 1). O teor de fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína (FDNcp) foi estimado de acordo com Licitra et al. (1996) (Tabela 1). Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados como proposto por Hall (2000): $100 - [\% PB - \% PB \text{ derivada da ureia} + \% ureia] + \% FDNcp + \% EE + \% cinza$ (Tabela 1).

A avaliação do comportamento foi realizada no 14º dia de cada período, totalizando cinco avaliações (120 horas), sendo feitas observações a cada cinco minutos, por um período de 24 horas, conforme metodologia de Santana Júnior et al. (2014), objetivando identificar o tempo destinado ao pastejo, ruminação, alimentação no cocho e outras atividades. Os animais foram avaliados visualmente, por dois observadores treinados para cada tratamento, sendo os mesmos posicionados estrategicamente de forma a não incomodar os animais. Para obter o tempo gasto em cada atividade foram utilizados relógios digitais.

As variáveis comportamentais estudadas foram: tempo de pastejo (PAS), tempo de ruminação (RUM), tempo de alimentação no cocho (COC) e tempo em outras atividades (OUT). O tempo de alimentação total (TAT) e de mastigação total (TMT) foi determinado pelas seguintes equações: $TAT = PAS + COC$ e $TMT = PAS + RUM + COC$, em que: PAS (minutos) = tempo de pastejo; RUM (minutos) = tempo de ruminação; COC (minutos) = tempo de alimentação no cocho. A discretização das séries temporais foi realizada diretamente nas planilhas de coleta de dados, com a contagem dos períodos discretos de pastejo, ruminação, outras atividades e alimentação no cocho. A duração média de cada um dos períodos discretos foi obtida pela divisão dos tempos diários de cada uma das atividades pelo número de períodos discretos da mesma atividade.

Durante a ruminação, foram coletadas três repetições de mastigações meréricas, em dois períodos (manhã e tarde), a fim de determinar o número de mastigações meréricas por bolo ruminado (MMB) e o tempo gasto para ruminação de cada bolo (Tbo). Assim como, durante a atividade de pastejo após 30 minutos do início, foi registrada a taxa de bocado (TxB) dos animais de cada tratamento, estimada por meio do tempo gasto pelo animal para realizar 20 bocados (Hodgson, 1982). Para o cálculo da massa de bocado em MS (MaB_{MSF}), foi dividido o consumo diário de MS da forragem pelo total de bocados diários (Jamieson e Hodgson, 1979).

Foram coletados o número de bocados e o tempo por deglutição. Os resultados das observações de bocados e deglutição foram registrados em seis momentos distintos durante o dia, conforme Santana Júnior et al. (2014), sendo três avaliações durante a manhã e três à tarde, e usados também para determinar o número de bocados por dia (NBD), que é o produto entre taxa de bocado e tempo de pastejo.

Foram calculados as eficiências de alimentação, em gramas por hora, da MS, FDN, NDT, CNF e PB e eficiência de ruminação da MS e FDN, onde foi dividido o consumo do item pelo tempo de alimentação total (eficiência de alimentação) ou pelo tempo de ruminação (eficiência de ruminação).

Os resultados foram analisados estatisticamente por meio de análises de variância e regressão a 0,05 de significância com o auxílio do programa Sistema para Análises Estatísticas (SAEG, versão 9.0).

Resultados

Os níveis de balanço cátion-aniônico da dieta não exerceram efeito sobre as variáveis de consumo em vacas lactantes em pastagem ($P>0,05$) (Tabela 2). Ocorrendo o mesmo sobre as variáveis comportamentais (Tabela 2), tais resultados podem estar relacionados ao fato de que os componentes catiônicos são negativamente correlacionados com a concentração de ácidos graxos voláteis (AGVs) no rúmen.

Observou-se também que o número de períodos de ruminação (NPR) apresentou efeito linear crescente ($P<0,05$) em função dos níveis de BCAD (Tabela 3). Porém, nas demais variáveis dos períodos discretos do comportamento ingestivo não foram observados efeitos ($P>0,05$).

A ausência de efeito significativos foram também recorrentes para as variáveis dos aspectos do bocado ($P>0,05$) (Tabela 3) e aspectos da ruminação ($P>0,05$) (Tabela 4).

Para as variáveis de eficiência de alimentação e ruminação não foram observadas diferenças significativas ($P>0,05$) em função dos níveis de BCAD da dieta em vacas

lactantes mantidas em pastagens tropicais (Tabela 4). Esses resultados podem estar diretamente associados à ausência de efeitos encontrados para as variáveis de consumo.

Discussão

Ao que parece, o efeito do BCAD positivo é mais consistente em dietas com alto teor de concentrado, uma vez que o aumento no CMS potencializa sua ação, associada a uma diminuição média do pH provocado pelo aumento no CMS e a rápida ingestão de carboidratos não fibrosos.

Resultados semelhantes foram observados por Apper-Bossard et al. (2010), onde relataram que o BCAD positivo (300 mEq por kg de MS) não exerceu efeito sobre o CMS na dieta com baixo concentrado (79% de volumoso vs. 21% de concentrado) quando comparado com alto concentrado (59% de volumoso vs. 41% de concentrado), onde foi observado aumento no CMS. Martins et al. (2015) também observaram um aumento no CMS quando níveis de BCAD (+150, +250, +400, +500 mEq/kg de MS, respectivamente) foram adicionados em dieta com alto teor de concentrado (40% de volumoso vs. 60% de concentrado).

Os resultados observados com pH baixo mostraram que o consumo foi limitado, reforçando a hipótese de que o BCAD positivo exerce efeitos somente quando há aumento no CMS, permitindo que vacas aumentem o CMS, através da manutenção do pH em condições normais, evitando assim uma possível acidose ruminal.

Como relatado por Apper-Bossard et al. (2010), o sódio (Na^+) e potássio (K^+) são absorvidos a partir do trato gastrointestinal em troca da secreção de prótons, enquanto que os ânions cloro (Cl^-) e enxofre (S^-) são frequentemente absorvidos em troca da secreção de íons de bicarbonato (HCO_3^-). Devido a essas características, devemos

considerar que o ambiente ruminal possui um BCAD constantemente positivo, o que tampona qualquer potencial de diminuição do pH causado pelo elevado consumo da dieta concentrada.

Para Aschenbach et al. (2011), no rúmen uma grande fração variável de prótons que são produzidos durante a fermentação são neutralizados pelo bicarbonato de sódio salivar (NaHCO_3), formando H_2O e CO_2 e, concomitantemente, os ânions oriundo dos AGCC são absorvidos como Na^+ (ou K^+ liberado da forragem), em um processo que acaba minimizando a carga ácida do epitélio ruminal.

Além do que, no rúmen os níveis de pCO_2 são mantidos em níveis constantes devido aos processos de eructação e absorção de CO_2 (Hille, et al., 2016), uma vez que as oscilações pCO_2 acabam afetando a fisiologia do equilíbrio ácido-base, o que pode provocar distúrbios relacionados à acidose ou alcalose.

Pode-se prever que todos esses efeitos supracitados resultariam em um ambiente de fermentação ruminal favorável para uma maior atividade de ruminação, o que contribui para a estabilização do pH. Além do que, a utilização de aditivos (como NaHCO_3 para manipulação do BCAD) pode contribuir com um padrão mais consistente, resultando em menor variação do AGVs, promovendo uma constância nas atividades comportamentais, ou seja, não havendo alterações nas atividades comportamentais em função da dieta.

Para o NPR que apresentou efeito linear crescente, esse resultado indica que a elevação da dieta catiônica proporcionou benefícios ao ambiente ruminal, alcançando um equilíbrio entre o NPR e a boa função ruminal, por meio de uma distribuição diária de vários períodos de ruminação. Esse resultado pode ser benéfico ao desempenho de vacas leiteiras, uma vez que a distribuição diária de intervalos para os NPR pode ajudar

a manter a saúde do ambiente ruminal, devido a uma maior produção de tamponantes através da saliva.

Precebe-se uma semelhança com a afirmação de González et al. (2012), ao descrever efeitos indiretos exercidos pela adição de aditivos (bicarbonato de sódio e monoenzina) na dieta, através de alterações nas variáveis comportamentais, tais como: tamanho e frequência dos números e períodos de ruminação. Mullins et al. (2012) observaram que, com a utilização de monoenzina na dieta, aumentou a frequência de refeições e o tempo entre as refeições. Esses autores associaram essas mudanças aos padrões de refeições a uma redução na variação do pH do rúmen.

Porém, nas demais variáveis dos períodos discretos do comportamento ingestivo não foram observados efeitos em função dos níveis de BCAD, corroborando com Ferrareto et al. (2012), que não encontraram diferenças na padronização da refeições de vacas lactantes com a utilização de aditivos na dieta, sugerindo esse resultado devido à falta de efeito sobre a produção de propionato.

Os aspectos do bocado estão atrelados à forragem e, conseqüentemente, a uma maior produção de saliva proveniente da forragem, o que pode ter mascarado o efeito dos níveis de BCAD.

Beauchemin et al. (2008) descreveram que a saliva oriunda da suplementação concentrada é muito menor (0,76 a 1,12 ml de saliva/g de MS) do que para forrageiras (3,40 a 7,23 ml de saliva/g de MS) e que isso reflete no comportamento ingestivo, onde a maior ensalivação proveniente da forragem promove um aumento no tempo de ruminação, ocorrendo o inverso com suplementação concentrada.

Geralmente o bolo alimentar oriundo da forragem fluturará sobre a zona aquosa do rúmen, estimulando o bolo alimentar através de ondas anti-peristálticas para o

processo de regurgitação e remastigação, estimulando uma maior produção de saliva, promovendo um ambiente favorável para uma maior atividade de ruminação, contribuindo para a estabilização do pH ruminal. Inversamente aos bolos alimentares de grãos ou concentrados, que, devido ao conteúdo mais pesado, tendem a submergir no líquido ruminal.

Como já supracitado, as atividades comportamentais que desencadeiam as variáveis associadas à forragem e ao processo de ruminação podem exercer um efeito direto sobre o potencial de mascarar os efeitos dos níveis BCAD. Sendo consistente essa afirmação mais uma vez, onde observa-se a ausência de efeito significativos nas variáveis dos aspectos da ruminação do comportamento ingestivo.

Esses resultados são consistentes, porque a principal função do processo da ruminação é reduzir o tamanho dos componentes fibrosos do alimento, contribuindo para ordenação das partículas do alimento de acordo com sua densidade, assim como, induzir a salivação para ajudar no processo de engolir o alimento, o que indiretamente estabiliza o pH ruminal. Logo, os aspectos da ruminação são variáveis que desencadeiam o processo de ruminação e estão diretamente associadas à capacidade de tamponamento através da saliva. Levando-se em conta que a dieta era altamente fibrosa, faz com que ocorra a estimulação do processo de ruminação, que em troca impede a diminuição do pH, mantendo-o constante.

A eficiência de alimentação representa a velocidade do consumo dos nutrientes da dieta por unidade de tempo. Como as eficiências são valores calculados através do consumo dos nutrientes e o tempo de alimentação total ou ruminação, a ausência de efeitos significativos ocorreu em decorrência da não diferença estatística dessas respectivas variáveis.

Conclusão

Os níveis de BCAD, em grande parte, não exerceram efeitos sobre o comportamento ingestivo de vacas lactantes em pastagem, sugerindo que com animais sob essas condições não há necessidade da utilização do NaHCO₃ para manipulação do BCAD, pois demonstraram capacidade autoreguladoras de manter o tamponamento ruminal e, conseqüentemente, a saúde do rúmen.

Referências

- AOAC 1990- Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Washington, Association of Official Analytical Chemists, 15th ed.
- Apper-Bossard, E; Faverdin, P; Meschy, F; Peyraud, J. L 2010. Effects of dietary cation-anion difference on ruminal metabolism and blood acid-base regulation in dairy cows receiving 2 contrasting levels of concentrate in diets. Journal of Dairy Science 93: 4196-4210.
- Aschenbach, J. R; Penner, G. B; Stumpff, F; Gabel, G 2011. Ruminant Nutrition Symposium: Role of fermentation acid absorption in the regulation of ruminal pH. Journal Animal Science 89: 1092-1107.
- Beauchemin, K. A; Eriksen, L; Norgaard, P; Rode, L. M 2008. Salivary secretion during meals in lactating dairy cattle. Journal of Dairy Science 91: 2077-2081.
- Campbell, A. G 1996. Grazed pastures parameters: I. Pasture dry matter production and availability in a stocking rate and grazing management experiment with dairy cows. Journal of Agriculture Science 67: 211-216.

- Casali, A. O; Detmann, E; Valadares Filho, S. C; Perreira, J. C; Henriques, L. T; Freitas, S. G; Paulino, M. P 2008. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. Revista Brasileira de Zootecnia 37: 335-342.
- Cruywagen, C. W; Taylor, S; Beya, M. M; Calitz, T 2015. The effect of buffering dairy cow diets with limestone, calcareous marine algae, or sodium bicarbonate on ruminal pH profiles, production responses, and rumen fermentation. Journal of Dairy Science 98: 1-9.
- Ferraretto, L. F; Shaver, R. D; Bertics, S. J 2012. Effect of dietary supplementation with live-cell yeast at two dosages on lactation performance, ruminal fermentation, and total tract nutriente digestibility in dairy cows. Journal of Dairy Science 95: 4017-4028.
- González, L. A; Manteca, X; Calsamiglia, S; Schwartzkopf-Genswein, K. S; Ferret, A 2012. Ruminal acidosis in feedlot cattle: Interplay between feed ingredients rumen function and feeding behavior (a review). Animal Feed Science and Technology 172: 66-79.
- Hall, M. B 2000. Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen. Gainesville: University of Florida.
- Hille, K. T; Hetz, S. K; Rosendahl, J; Braun, H. S; Pieper, R; Stumpff, F 2016. Determination of Henry's constant, the dissociation constant, and the buffer capacity of the bicarbonate system in ruminal fluid. Journal of Dairy Science 99: 369-385.
- Hodgson, J 1882. Ingestive behavior. In: LEAVER, J.D. (Ed.) Herbage intake handbook. Hurley: British Grassland Society.

- Iwaniuk, M. E; Erdman, R. A 2015. Intake, milk production, ruminal, and feed efficiency responses to dietary cation-anion difference by lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 98: 1-13.
- Jamieson, W. S; Hodgson, J 1979. The effect of variation in sward characteristics upon the ingestive behavior and herbage intake of calves and lambs under continuous stocking management. *Grass and Forage Science* 34: 273-281.
- Johnson, A. D 1978. Sample preparation and chemical analysis of vegetation. In: MANNETJE, L. (Ed.). *Measurement of grassland vegetation and animal production*. Aberystwyth: Commonwealth Agricultural Bureaux.
- 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: 347-358.
- Martins, C. M. M. R; Arcari, M. A; Welter, K. C; Netto, A. S; Oliveira, C. A. F; Santos, M. V 2015. Effect of dietary cation-anion difference on performance of lactating dairy cows and stability of milk proteins. *Journal of Dairy Science* 98: 1-12.
- McMeniman, N. P 1997. Methods of estimating intake of grazing animals. In: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. P.131-168. Sociedade Brasileira de Zootecnia, Juiz de Fora, Minas Gerais.
- Mullins, C. R; Mamedova, L. K; Brouk, M. J; Moore, C. E; Green, H. B; Perfield, K. L; Smith, J. F; Harner, J. P; Bradford, B. J 2012. Effects of monensin on metabolic parameters, feeding behavior, and productivity of transition dairy cows. *Journal of Dairy Science* 95: 1323-1336.

- Paulino, M. F; Detmann, E; Valadares Filho, S. C 2006. Suplementação animal em pasto: energética ou protéica?. In: Simpósio Sobre Manejo Estratégico da Pastagem. P.359-392. Simpósio Sobre Manejo Estratégico da Pastagem, Viçosa, Minas Gerais.
- Prohmann, P. E. F; Branco, A. F; Jobim, C. C; Cecato, U; Paris, W; Mauro, J. F 2004. Suplementação de bovinos em pastagem de Coastcross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) no verão. Revista Brasileira de Zootecnia 33: 792-800.
- Saliba, E. O. S; Rodriges, N. M; Pilo-Veloso 2003. Estudo comparativo da coleta total com a lignina purificada como indicador de digestibilidade para ovinos em experimento com feno de Tifton 85. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. P.40. Sociedade Brasileira de Zootecnia, Santa Maria, Rio Grande do Sul.
- Santana Júnior, H. A; Silva, R. R; Carvalho, G. G. P; Silva, F. F; Costa, P. B; Mendes, F. B. L; Pinheiro, A. A; Santana, E. O. C; Abreu Filho, G; Trindade Júnior, G 2014. Metodologias para avaliação do comportamento ingestivo de novilhas suplementadas a pasto. Semina: Ciências Agrárias 35: 1475-1486.
- Wilkens, M. R; Oberheide, I; Shröder, B; Azem, E; Steinberg, W; Breves, G 2012. Influence of the combination on of 25-hydroxyvitamin D₃ and a diet negative in cation-anion difference on periparturient calcium homeostasis of dairy cows. Journal of Dairy Science 95: 151-164.
- Wilm, H. G; Costello, D. F; Klipple, G. E 1994. Estimating forage yield by the double sampling method. Journal of American Society of Agronomy 36: 194-203.
- Wu, Z; Bernard, J. K; Taylor, S. J 2015. Effect of feeding calcareous marine algae to Holstein cows prepartum or postpartum on serum metabolites and performance. Journal of Dairy Science 98:1-11.

Tabela 1. Características do ambiente, forragem e suplemento experimental.

Variável	Período					Média
	1°	2°	3°	4°	5°	
Tmín. à sombra (°C)	26.6	18.5	21.1	20.9	20.1	21.4
Tmáx. à sombra (°C)	31.3	27.7	31.1	36.3	31.7	31.6
Tmín. ao sol (°C)	22.3	18.3	19.2	18.4	17.8	19.2
Tmáx. ao sol (°C)	35.1	36.4	35.2	37.4	34.0	35.6
Precipitação (mm)	22.5	2.5	14.0	6.5	4.0	9.9
Irrigação (mm)	10.0	171.0	33.0	29.0	91.0	86.0

Composição química do pastejo simulado						
Item	Período					Média
	1°	2°	3°	4°	5°	
MS ¹ (g/kg)	237.9	239.6	204.5	289.3	231.1	240.5
PB ² (g/kg MS)	96.3	157.5	177.2	101.9	143.9	135.4
FDNcp ³ (g/kg MS)	748.9	742.2	730.5	756.5	742.4	744.1
EE ⁴ (g/kg MS)	37.2	37.0	43.0	30.7	38.1	37.2
CNF ⁵ (g/kg MS)	113.8	58.7	44.0	107.5	70.7	78.9

Composição química do suplemento						
Item	Período					Média
	1°	2°	3°	4°	5°	
MS ¹ (g/kg)	336.2	329.7	321.8	335.3	341.7	332.9
PB ² (g/kg MS)	201.0	201.0	201.0	201.0	201.0	201.0
FDNcp ³ (g/kg MS)	401.5	401.5	401.5	401.5	401.5	401.5
EE ⁴ (g/kg MS)	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7
CNF ⁵ (g/kg MS)	392.7	392.7	392.7	392.7	392.7	392.7

1° período: 04/05/2014 a 09/05/2014; 2° período: 28/05/2014 a 02/06/2014; 3° período: 12/06/2014 a 17/06/2014; 4° período: 27/06/2014 a 01/07/2014; 5° período: 12/07/2014 a 16/07/14; Tmín. – temperatura mínima; Tmáx. – temperatura máxima ¹Matéria seca; ²Proteína bruta; ³Fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína; ⁴Extrato etéreo; ⁵Carboidratos não fibrosos

Tabela 2. Consumo diário e comportamento ingestivo de vacas lactantes em pastagem tropical, submetidas a balanço cátion-aniônico da dieta, com seus respectivos coeficientes de variação (CV%), equação de regressão (ER) e coeficiente de determinação (R²).

Variável	Balanço cátion-aniônico da dieta					CV (%)	ER	R ²
	+237	+258	+294	+347	+419			
Consumo (kg/dia)								
CMSF ¹	7.18	7.16	7.01	7.73	7.03	10.71	$\hat{Y} = 7.22$	---
CMST ²	11.54	11.57	11.44	12.20	11.53	6.63	$\hat{Y} = 11.66$	---
CPB ³	2.21	2.22	2.23	2.33	2.24	4.76	$\hat{Y} = 2.25$	---
CFDN ⁴	7.09	7.10	6.98	7.54	7.03	8.06	$\hat{Y} = 7.15$	---
CEE ⁵	0.31	0.31	0.31	0.33	0.31	9.04	$\hat{Y} = 0.31$	---
CCNF ⁶	1.90	1.91	1.89	1.96	1.92	3.44	$\hat{Y} = 1.92$	---
CNDT ⁷	7.65	7.58	7.68	8.39	7.63	8.35	$\hat{Y} = 7.79$	---
Comportamento ingestivo (min/dia)								
PAS ⁸	495.0	416.0	399.0	442.0	467.0	19.63	$\hat{Y} = 443.8$	---
RUM ⁹	426.0	389.0	387.0	450.0	398.0	21.08	$\hat{Y} = 410.0$	---
COC ¹⁰	22.0	24.0	24.0	26.0	26.0	22.31	$\hat{Y} = 24.4$	---
OUT ¹¹	497.0	611.0	630.0	522.0	549.0	25.47	$\hat{Y} = 56.8$	---
TAT ¹²	517.0	440.0	423.0	468.0	493.0	18.53	$\hat{Y} = 468.2$	---
TMT ¹³	943.0	829.0	810.0	918.0	891.0	16.23	$\hat{Y} = 878.2$	---

¹Consumo da matéria seca da forragem; ²Consumo de matéria seca total; ³Consumo de proteína bruta; ⁴Consumo de fibra em detergente neutro; ⁵Consumo de extrato etéreo; ⁶Consumo de carboidratos não fibrosos; ⁷Consumo de nutrientes digestíveis totais; ⁸Tempo de pastejo; ⁹Tempo de ruminação; ¹⁰Tempo de alimentação no cocho; ¹¹Tempo de outras atividades; ¹²Tempo de alimentação total; ¹³Tempo de mastigação total

Tabela 3. Períodos discretos e aspectos dos bocados do comportamento ingestivo de vacas lactantes submetidas a balanço cátion-aniônico da dieta, com seus respectivos coeficientes de variação (CV%), equação de regressão (ER) e coeficiente de determinação (R²).

Variável	Balanço cátion-aniônico da dieta					CV (%)	ER	R ²
	+237	+258	+294	+347	+419			
Períodos discretos do comportamento ingestivo								
NPP ¹ (n°)	11.0	14.0	11.6	10.0	11.2	30.88	$\hat{Y} = 11.56$	---
NPR ² (n°)	12.4	13.6	14.8	15.4	13.0	9.67	14	0.98
NPC ³ (n°)	2.1	2.2	2.0	2.0	2.0	17.33	$\hat{Y} = 2.06$	---
NPO ⁴ (n°)	22.2	27.2	25.6	23.2	22.4	24.41	$\hat{Y} = 29.00$	---
TPP ⁵ (min.)	45.6	31.1	36.5	47.8	54.1	55.09	$\hat{Y} = 43.02$	---
TPR ⁶ (min.)	34.4	28.8	26.5	29.4	31.7	25.68	$\hat{Y} = 30.16$	---
TPC ⁷ (min.)	10.2	11.0	12.0	13.0	12.3	23.75	$\hat{Y} = 11.70$	---
TPO ⁸ (min.)	22.4	22.6	24.8	22.7	24.3	16.35	$\hat{Y} = 23.36$	---
Aspectos dos bocados do comportamento ingestivo								
TxB ⁹ (n°/seg.)	24.53	23.78	26.16	21.76	26.51	13.93	$\hat{Y} = 24.55$	---
MaB _{M_{MSF}} ¹⁰ (g)	0.63	0.79	0.83	0.83	0.63	42.39	$\hat{Y} = 0.74$	---
BDe ¹¹ (n°)	43.33	40.80	38.87	50.47	38.33	19.14	$\hat{Y} = 42.36$	---
TDe ¹² (seg.)	52.67	48.47	49.53	54.93	50.47	16.07	$\hat{Y} = 51.21$	---
NBD ¹³ (n°)	12286	9982	10525	9555	12406	26.50	$\hat{Y} = 10951$	---

¹Número de períodos de pastejo; ²Número de períodos de ruminação; ³Número de períodos no cocho; ⁴Número de períodos em outras atividades; ⁵Tempo por períodos de pastejo; ⁶Tempo por períodos de ruminação; ⁷Tempo por períodos de alimentação no cocho; ⁸Tempo por períodos em outras atividades; ⁹Taxa de bocados; ¹⁰Massa de bocado em matéria seca oriunda da forragem; ¹¹Número de bocados entre deglutições; ¹²Tempo entre deglutições; ¹³Número de bocados por dia; ¹⁴ $\hat{y} = -0,000x^2 + 0,2155x - 20,517$.

Tabela 4. Aspectos da ruminação e eficiências do comportamento ingestivo de vacas lactantes em níveis de balanço cátion-aniônico da dieta, com seus respectivos coeficientes de variação (CV%), equação de regressão (ER) e coeficiente de determinação (R²).

Variável	Balanço cátion-aniônico da dieta					CV (%)	ER	R ²
	+237	+258	+294	+347	+419			
MMB ¹ (n°)	42.1	43.8	43.6	42.4	43.5	15.36	$\hat{Y} = 43.08$	---
TBo ² (seg.)	44.7	45.3	48.0	44.5	46.4	10.84	$\hat{Y} = 45.78$	---
VeM ³ (n°/seg)	0.94	0.95	0.97	0.91	0.96	11.23	$\hat{Y} = 0.95$	---
TeM ⁴ (seg.)	1.07	1.05	1.12	1.05	1.09	12.24	$\hat{Y} = 1.08$	---
MMnd ⁵ (n°/dia)	405.0	383.2	358.5	435.5	378.7	28.33	$\hat{Y} = 392.18$	---
BOL ⁶ (n°/dia)	577.9	520.9	481.5	615.4	511.1	24.54	$\hat{Y} = 541.36$	---
Eficiências de alimentação e ruminação do comportamento ingestivo								
EAMS ⁷ (g/min.)	23.23	27.65	30.97	26.95	24.65	30.57	$\hat{Y} = 21.30$	---
EAFDN ⁸ (g/min.)	14.30	17.03	18.97	16.67	15.03	31.95	$\hat{Y} = 16.40$	---
EANDT ⁹ (g/min.)	15.46	18.36	20.94	18.68	16.38	31.91	$\hat{Y} = 17.96$	---
EACNF ¹⁰ (g/min.)	3.89	4.50	4.91	4.32	4.09	25.26	$\hat{Y} = 4.34$	---
EAPB ¹¹ (g/min.)	3.70	4.51	5.25	4.39	4.07	31.43	$\hat{Y} = 4.38$	---
ERMS ¹² (g/min.)	27.42	31.71	34.26	28.01	31.00	32.98	$\hat{Y} = 30.48$	---
ERFDN ¹³ (g/min.)	16.83	19.50	21.04	17.29	18.94	33.85	$\hat{Y} = 18.72$	---

¹Número de mastigações meréricas por bolo; ²Tempo por bolo ruminado; ³Velocidade de mastigação; ⁴Tempo por mastigação merérica; ⁵Número de mastigações meréricas por dia; ⁶Número de bolo ruminados por dia; ⁷Eficiências de alimentação da matéria seca; ⁸Eficiências de alimentação da fibra em detergente neutro; ⁹Eficiências de alimentação dos nutrientes digestíveis totais; ¹⁰Eficiências de alimentação dos carboidratos não fibrosos; ¹¹Eficiências de alimentação da proteína bruta; ¹²Eficiências de ruminação da matéria seca; ¹³Eficiências de ruminação da fibra em detergente neutro

**CAPÍTULO 3. CORRELAÇÕES ENTRE COMPORTAMENTO INGESTIVO E
CONSUMO ALIMENTAR EM VACAS LACTANTES**

Elaborada de acordo com as Normas da Revista Acta Scientiarum

(<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/about/submissions>)

1 **Correlações entre comportamento ingestivo e consumo alimentar em vacas lactantes**

2
3 **RESUMO.** Objetivou-se analisar as correlações entre comportamento ingestivo e consumo
4 alimentar em vacas lactantes. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com 50
5 unidades experimentais, sendo cada unidade experimental composta por uma vaca lactante $\frac{3}{4}$
6 Holandês x $\frac{1}{4}$ Gir Leiteiro, com idade média de $70 \pm 4,6$ meses e peso corporal médio de
7 $400 \pm 55,2$ kg. Os animais foram suplementados objetivando promover variações no
8 comportamento ingestivo e consumo alimentar para avaliações das correlações. As
9 correlações foram feitas por meio de análise de correlações lineares de Pearson e teste 't', 0,05
10 de significância com auxílio do programa SAEG (versão 9.0). O tempo de alimentação no
11 cocho apresentou correlação ($P < 0,05$) com consumo de proteína bruta (CPB), extrato etéreo e
12 carboidratos não fibrosos (CCNF). O tempo de períodos no cocho apresentou correlação com
13 CPB e CCNF. As eficiências de alimentação e ruminação da matéria seca e fibra em
14 detergente neutro apresentaram correlações com todas as variáveis de consumo, exceto, para o
15 CCNF ($P > 0,05$). As correlações fortes encontradas para as variáveis dos aspectos do bocado e
16 eficiências da alimentação e ruminação com o consumo possibilitam a seleção dessas
17 respectivas variáveis para um melhor ajuste da gestão dos animais, visando o aprimoramento
18 de técnicas de manejo.

19
20 **PALAVRAS-CHAVE:** bovino, bocado, forragem, interação, ruminante

21 22 **Correlations between ingestive behavior and feed intake in lactating cows**

23
24 **ABSTRACT.** The objective was to analyze the correlations between ingestive behavior and
25 feed intake in lactating cows. A completely randomized design with 50 experimental units
26 was used, each experimental unit consisting of a suckler cow $\frac{3}{4}$ Dutch x $\frac{1}{4}$ Gir Milkman, with
27 mean age of 70 ± 4.6 months and mean body weight of 400 ± 55.2 kg. The animals were
28 supplemented to promote variations in ingestive behavior and food intake for correlations.
29 Correlations were made through Pearson's linear correlation analysis and 't' test, 0.05
30 significance using the SAEG program (version 9.0). Feeding time in the trough showed a
31 correlation ($P < 0.05$) with consumption of crude protein (CPI), ethereal extract and non-
32 fibrous carbohydrates (NFCI). The time of trough periods showed a correlation with CPI and
33 NFCI. The feed and rumination efficiencies of dry matter and neutral detergent fiber

34 presented correlations with all consumption variables, except for NFCI ($P > 0.05$). The strong
35 correlations found for the variables of the aspects of the bit and efficiencies of feeding and
36 rumination with consumption make it possible to select these respective variables for a better
37 adjustment of the animals' management, aiming at the improvement of management
38 techniques.

39

40 **KEYWORDS:** bovine, bit, fodder, interaction, ruminant

41

42 **INTRODUÇÃO**

43 O desempenho animal, em grande parte, é determinado pelo consumo de nutrientes.
44 No entanto, em sistema de pastagem existe a influência das características do pasto, ambiente
45 e manejo adotado. Yayota, Kato, Ishida e Ohtaniet (2015) relataram que, em grande parte, o
46 consumo diário da forragem é determinado pela taxa de consumo da forragem. No entanto,
47 não existem meios confiáveis para mensurá-los. Portanto, sua previsão e descrição são
48 fundamentais para apoiar investigações que visam a melhorar a ingestão do consumo em
49 sistema de criação de bovinos em pastagens.

50 Sobre o consumo de forragem, subentende-se que as pesquisas se concentraram sobre
51 a mecânica e dinâmica de pastejo, não levando em consideração o componente animal de
52 forma elementar. Gregorini, Beukesa, Romera, Levya e Haniganb (2013) confirmam que
53 nenhum modelo integra dinamicamente o estado interno do animal com flutuações espaço-
54 temporais na estrutura do dossel e composição química da forragem.

55 Ruminantes realizam suas refeições em discretizações de séries temporais, o que
56 resulta no total do consumo diário. Assim, as decisões comportamentais, tais como início e
57 término de uma refeição, a frequência das refeições, padrão das refeições no dia e intensidade
58 da colheita dentro de cada refeição determinam como os animais destinam suas atividades
59 comportamentais (Gregorini, 2012).

60 Quando há o fornecimento da dieta concentrada, ocorre uma melhora na eficiência de
61 alimentação e ruminação. Em virtude do fornecimento de nutrientes altamente fermentáveis,
62 que disponibiliza substratos para os microrganismos ruminais, promovendo assim, um
63 ambiente adequado para a produção de ácidos graxos voláteis (AGVs), principal produto
64 proveniente da fermentação ruminal. De acordo Griger-Reverden, Rigalma, Desnoyers,
65 Sauvante e Duvaux-Ponter (2014) o comportamento ingestivo e função ruminal estão inter-
66 relacionados e o metabolismo é muito dependente dos fatores que acontecem no rúmen.

67 Silva et al. (2014) destacam que a existência de correlação entre o consumo de
68 nutrientes e comportamento ingestivo é uma ferramenta de extrema relevância para a
69 compreensão do metabolismo e aspectos nutricionais, eliminando a necessidade de testes
70 invasivos que, em muitos casos, não cumprem os requisitos de bem-estar ao qual os animais
71 são submetidos. Nesse contexto, possíveis relações existentes entre a interface de animais,
72 plantas e suplementos permitem um melhor ajuste da gestão dos alimentos para animais
73 (Vilela et al., 2010). O que permitirá a seleção de variáveis do comportamento ingestivo para
74 prever o consumo desses animais.

75 Objetivou-se analisar correlações entre comportamento ingestivo e consumo alimentar
76 em vacas lactantes.

77

78 MATERIAL E MÉTODOS

79 O Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual do Piauí – UESPI
80 avaliou e aprovou a pesquisa científica sob o protocolo número 10.918/15.

81 O experimento foi conduzido em Jequié, Bahia/Brasil, sendo o trabalho de campo
82 implantado numa área de dois hectares, dividida em 13 piquetes de aproximadamente 0,15
83 hectares cada, formada de *Brachiaria brizantha* cultivar MG-5. Foi utilizado o sistema de
84 pastejo intermitente, com período de ocupação de 2 dias e 24 dias por período de descanso
85 para cada piquete. A taxa de lotação correspondente foi de aproximadamente 6,06 UA/ha.

86 Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com 50 unidades experimentais,
87 sendo cada unidade experimental composta por uma vaca lactante $\frac{3}{4}$ Holandesa x $\frac{1}{4}$ Gir
88 Leiteiro no terço médio de lactação, com idade média de $70 \pm 4,6$ meses e peso corporal médio
89 de $400 \pm 55,2$ kg. Os animais foram suplementados para atender as suas exigências nutricionais
90 de produção. O fornecimento da dieta concentrada (5 kg/animal/dia) foi feito duas vezes ao
91 dia, logo após as ordenhas, sendo composta: 626,8 g/kg MS milho moído; 235,0 g /kg MS
92 farelo de soja; 94,0 g/kg MS caroço de algodão; 15,7 g/kg MS calcário calcítico; 25,1 g/kg
93 MS sal mineral; 3,1 g/kg MS ureia; 0,3 g/kg MS sulfato de amônia; 0,2 g/kg MS bicarbonato
94 de sódio.

95 As amostras do pastejo simulado foram obtidas através dos animais experimentais,
96 identificando-se o tipo de material consumido e coletando-se uma amostra semelhante ao
97 alimento ingerido (Johnson, 1978), sendo encontrados os seguintes resultados: 288, 6 g/kg
98 matéria seca; 162,4 g/kg MS proteína bruta; 892, 9 g/kg MS fibra em detergente neutro

99 corrigido para cinza e proteína; 44,6 g/kg MS extrato etéreo; 94,9 g/kg MS carboidratos não
100 fibrosos, sendo que a dieta total apresentou relação volumoso:concentrado 62:38.

101 Para estimar a produção fecal, utilizou-se o LIPE[®] de 500 mg (Lignina isolada e
102 purificada de Eucalipto) como indicador externo, fornecida diariamente uma cápsula após o
103 fornecimento de concentrado durante sete dias, sendo três dias para adaptação e regulação do
104 fluxo de excreção do marcador e quatro dias para coleta das fezes (Saliba, Rodrigueiz & Pilo-
105 Veloso, 2003). As fezes foram coletadas uma vez ao dia no momento da administração do
106 indicador, diretamente da ampola retal, e armazenadas em *freezer* a -10°C.

107 Para determinação do indicador interno, fibra em detergente neutro indigestível
108 (FDNi), as amostras da forragem, das fezes e dos concentrados foram incubadas no rúmen de
109 quatro animais fistulados por 240 horas (Casali et al., 2008), tendo o resíduo como
110 indigestível.

111 O consumo de matéria seca (CMS) foi estimado a partir da produção fecal, verificada
112 com auxílio de LIPE[®] como indicador externo e da fibra em detergente neutro indigestível
113 (FDNi) como indicador interno.

114 O consumo de MS foi obtido através da seguinte equação: $CMS = \{[(PF * CIFZ) -$
115 $IS] / CIFR\} + CMSS$, em que CMS é o consumo de matéria seca (kg/dia); PF é a produção
116 fecal (kg/dia); CIFZ concentração do indicador presente nas fezes (kg/kg); IS é o indicador
117 presente no suplemento (kg/dia); CIFR é a concentração do indicador presente na forragem
118 (kg/kg) e o CMSS, que é o consumo de matéria seca do suplemento (kg/dia).

119 O teor de matéria seca (Protocolo 967,03), proteína bruta (Protocolo 981,10), matéria
120 mineral (Protocolo, 942,05) e extrato etéreo (Protocolo 920,29) foram determinados de acordo
121 com o método da AOAC (1990). O teor de fibra em detergente neutro corrigido para cinza e
122 proteína (FDNcp) foi estimado de acordo com Licitra, Hernandez e Van Soest (1996).

123 Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados como proposto por Hall (2000):
124 $100 - [\% PB - \% PB \text{ derivada da ureia} + \% \text{ ureia}] + \% \text{ FDNcp} + \% \text{ EE} + \% \text{ cinza}$ e os
125 nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados pela fórmula de Weiss et al. (1992):
126 $NDT = PBD + FDND + CNFD + (2,25 \times EED)$, em que PBD, FDND, CNFD e EED
127 significam, respectivamente, consumos de PB, FDND, CNFD e EE digestíveis.

128 A avaliação do comportamento foi realizada no 14º dia de cada período, totalizando
129 cinco avaliações (120 horas), sendo feitas observações a cada cinco minutos, por um período
130 de 24 horas, conforme metodologia de Santana Júnior et al. (2014), objetivando identificar o
131 tempo destinado ao pastejo, ruminação, alimentação no cocho e outras atividades. Os animais

132 foram avaliados visualmente, por dois observadores treinados, sendo os mesmos posicionados
133 estrategicamente de forma a não interferir no comportamento dos animais. Os animais foram
134 avaliados a cada cinco minutos, com preenchimento de etogramas e em seguida calculados
135 em planilhas digitais os tempos gastos em cada atividade.

136 As variáveis comportamentais estudadas foram: tempo de pastejo (PAS), tempo de
137 ruminação (RUM), tempo de alimentação no cocho (COC) e tempo em outras atividades
138 (OUT). As atividades comportamentais foram consideradas mutuamente excludentes. O
139 tempo de alimentação total (TAT) e de mastigação total (TMT) foi determinado pelas
140 seguintes equações: $TAT = PAS + COC$ e $TMT = PAS + RUM + COC$, em que: PAS
141 (minutos) = tempo de pastejo; RUM (minutos) = tempo de ruminação; COC (minutos) =
142 tempo de alimentação no cocho.

143 A discretização das séries temporais foi realizada diretamente nas planilhas de coleta
144 de dados, com a contagem dos períodos discretos de pastejo, ruminação, outras atividades e
145 alimentação no cocho. A duração média de cada um dos períodos discretos foi obtida pela
146 divisão dos tempos diários de cada uma das atividades pelo número de períodos discretos da
147 mesma atividade.

148 Durante a ruminação foram retiradas três repetições de mastigações meréricas, em dois
149 períodos (manhã e tarde), a fim de determinar o número de mastigações meréricas por bolo
150 ruminado (MMB) e o tempo gasto para ruminação de cada bolo (TBo). Assim como, durante
151 a atividade de pastejo após 30 minutos do início, foi registrada a taxa de bocado (TxB) dos
152 animais de cada tratamento, estimada por meio do tempo gasto pelo animal para realizar 20
153 bocados (Hodgson, 1982). Para o cálculo da massa de bocado em MS (MaB_{MSF}), foi dividido
154 o consumo diário de MS da forragem pelo total de bocados diários (Jamieson & Hodgson,
155 1979).

156 Também foi coletado o número de bocados e o tempo por deglutição. Os resultados
157 das observações de bocados e deglutição foram registrados em seis ocasiões durante o dia,
158 conforme Santana Júnior et al. (2014), sendo três avaliações durante a manhã e três à tarde, e
159 usados também para determinar o número de bocados por dia (NBD), que é o produto entre
160 taxa de bocado e tempo de pastejo.

161 Foram calculadas as eficiências de alimentação, em gramas por hora, da MS, FDN,
162 NDT, CNF e PB e eficiência de ruminação da MS e FDN, onde foi dividido o consumo do
163 item pelo tempo de alimentação total (eficiência de alimentação) ou pelo tempo de ruminação
164 (eficiência de ruminação).

165 As correlações foram feitas por meio de análise de correlações lineares de Pearson e
166 teste 't', a 0,05 de significância de com auxílio do programa Sistema de Análises Estatísticas
167 (SAEG, versão 9.0). A correlação assume valores de forma positiva e negativa. O termo
168 correlação positiva é utilizado quando o $r > 0$, e correlação negativa quando $r < 0$, sendo os
169 valores correlacionados podendo ser classificados como muito fraco, fraco, moderado, forte e
170 muito forte (Tabela 1).
171

Tabela 1. Definição da intensidade de correlação (r)

Valor de r (+ ou -)	Interpretação
0,00 a 0,19	Correlação muito fraca
0,20 a 0,39	Correlação fraca
0,40 a 0,69	Correlação moderada
0,70 a 0,89	Correlação forte
0,90 a 1,00	Correlação muito forte

Fonte: <http://leg.ufpr.br/~silvia/CE003/node74.html>

172

173 RESULTADOS E DISCUSSÃO

174 Observou-se ausência e correlação entre as variáveis de consumo e o tempo de pastejo
175 (PAS), ruminação (RUM) e tempo de mastigação total (TAT) ($P > 0,05$) (Tabela 2).

176 Sobre as características da forragem, o teor de FDN é considerado o fator mais
177 limitante do consumo. No entanto, ao que parece, o efeito de correlação é mais previsível
178 quando há um elevado teor de FDN na dieta, devido ao aumento no tempo de colonização dos
179 microrganismos ruminais sobre a fração fibrosa, que reflete negativamente sobre o
180 desaparecimento da fibra no ambiente ruminal, contribuindo de forma significativa para o
181 enchimento ruminal. Van Soest (1994) preconiza que valores dos constituintes da parede
182 celular superiores a 55-60% MS correlacionam-se de forma negativa com o consumo da
183 forragem.

184 Em se tratando de forrageiras tropicais, de modo geral, apresentam concentração de
185 FDN quase sempre superior aos valores supracitados. No referido estudo, o teor de FDN da
186 forragem correspondeu em média a 74%. No entanto, a suplementação concentrada contribui
187 com 40%, sendo que o valor decresceu expressivamente (61% de FDN) devido ao
188 balanceamento da relação volumoso concentrado (62:38), onde o valor de FDN ficou próximo
189 da faixa considerada ideal, proposto por Van Soest (1994).

Tabela 2. Correlações entre comportamento ingestivo e períodos discretos do comportamento ingestivo com consumo alimentar em vacas lactantes.

Variável	PAS		RUM		COC		OUT		TAT		TMT	
	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P
CMSF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CPB	-	-	-	-	-0,39	0,0283	-	-	-	-	-	-
CFDN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CEE	-	-	-	-	-0,36	0,0378	0,34	0,0459	-	-	-0,34	0,0459
CCNF	-	-	-	-	0,57	0,0014	-	-	-	-	-	-

Períodos discretos do comportamento ingestivo																
	NPP		NPR		NPC		NPO		TPP		TPR		TPC		TPO	
CMSF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,43	0,0152
CMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,43	0,0146
CPB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,34	0,0460	-0,45	0,0110
CFDN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,42	0,0185
CEE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,53	0,0029
CCNF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,56	0,0017	-	-

PAS - Tempo de pastejo; RUM - Tempo de ruminação; COC - Tempo de alimentação no cocho; OUT - Tempo de outras atividades; TAT - Tempo de alimentação total; TMT - Tempo de mastigação total; CMSF - Consumo de matéria da forragem; CEE - Consumo de matéria de seca; CPB - Consumo de proteína bruta; CFDN - Consumo de fibra em detergente neutro; CEE - Consumo de extrato etéreo; CCNF - Consumo de carboidratos não fibrosos; NPP - Número de períodos de pastejo; NPR - Número de períodos de ruminação; NPC - Número de períodos de alimentação no cocho; NPO - Número de períodos em outras atividades; TPP - Tempo por períodos de pastejo; TPR - Tempo por períodos de ruminação; TPC - Tempo por períodos no cocho; TPO - Tempo por períodos em outras atividades

190

191 Nesse sentido, acredita-se que o ambiente ruminal encontrava-se em condições
 192 favoráveis para colonização e ação das bactérias ruminais sobre os componentes fibrosos,
 193 acarretando uma uniformização nas atividades comportamentais de alimentação e ruminação,
 194 contribuindo de forma positiva para a ausência de correlações. Reforçando essa hipótese,
 195 observa-se que especificamente a variável consumo de fibra em detergente neutro (CFDN)
 196 não apresentou correlação ($P > 0,05$) com as variáveis comportamentais e, devido a seu efeito
 197 sobre a regulação do consumo, contribui para a ausência das demais variáveis.

198 O tempo de alimentação no cocho (COC) apresentou correlação negativa fraca com
199 consumo de proteína bruta (CPB) ($r = -0,39$), consumo de extrato etéreo (CEE) ($r = -0,36$) e
200 correlação positiva moderada com consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF) ($r = 0,57$).

201 O tempo de alimentação no cocho favoreceu uma maior ingestão de nutrientes em uma
202 menor unidade de tempo. Ou seja, ocorreu uma diminuição no tempo de alimentação e
203 aumento no CPB e CEE. Sendo assim, as variáveis demonstraram ser inversamente
204 proporcionais quando ocorre a avaliação do consumo de nutrientes em função do tempo para
205 animais suplementados.

206 Observa-se que a correlação encontrada entre COC e CCNF apresentou-se de forma
207 positiva e moderada ($r = 0,57$). Esse resultado pode ser oriundo do tempo que os animais
208 permaneceram se alimentando no cocho, que foi o momento em que tiveram maior
209 disponibilidade de carboidratos não fibrosos por unidade de tempo, principalmente o amido,
210 maximizando o potencial de consumo, contribuindo de forma positiva para uma possível
211 produção dos AGVs.

212 O extrato etéreo é reconhecido pela sua densidade energética. No presente estudo o
213 tempo destinado a outras atividades (OUT) apresentou correlação positiva fraca com CEE ($r =$
214 $0,34$). Assim, pode-se pressupor que uma alta ingestão de extrato etéreo leva o animais a
215 passar mais tempo em descanso ou praticando outras atividades não mensuradas no trabalho.
216 Isso vai de acordo com a afirmação de Missió et al. (2010), ao afirmar que aumento do tempo
217 de descanso é importante, porém, mesmo diminuindo as atividades físicas, os animais
218 precisam de energia para manter suas atividades metabólicas.

219 O tempo de mastigação total (TMT) apresentou correlação negativa fraca com CEE (r
220 $= -0,34$). O TMT é resultado das somas do tempo de pastejo, tempo de alimentação no cocho
221 e tempo de ruminação. No entanto, observou-se que não houve correlações entre as variáveis
222 de consumo com PAS e RUM e o COC apresentou correlação negativa moderada com CEE.
223 Nesse sentido já era previsível a correlação negativa entre TMT e CEE.

224 O tempo por períodos no cocho (TPC) apresentou correlação negativa fraca com CEE
225 ($r = -0,34$) (Tabela 2). Esse resultado sugere que o aumento do TPC diminui o CEE por
226 unidade de tempo. Tal resultado deve estar associado ao fornecimento da suplementação
227 concentrada.

228 O fornecimento da suplementação concentrada (5 kg/dia) foi fracionado duas vezes ao
229 dia e a quantidade do alimento ofertado pode interferir no tempo de alimentação. Isso porque
230 o fornecimento de pequenas quantidades de suplementação concentrada deixa o alimento mais

231 susceptível a ficar mais espesso sobre a área de cocho, aumentando dessa forma o tempo e a
232 manobrabilidade para o animal apanhar e formar o bolo alimentar na cavidade bucal.

233 No fracionamento dos constituintes da suplementação concentrada, o CEE foi
234 historicamente o constituinte que apresentou menor consumo diário (0,31 kg/dia), tornando
235 dessa forma o componente mais susceptível a ficar espesso sobre a área de cocho,
236 aumentando dessa forma o TPC.

237 Quando se associa TPC e o CCNF, é possível observar uma correlação positiva
238 moderada ($r = 0,56$). Como foi relatado anteriormente, o fornecimento da dieta concentrada
239 no cocho é caracterizada por alta proporção de carboidratos não fibrosos, principalmente o
240 amido, o que facilita a ingestão pelos animais.

241 O tempo por períodos em outras atividades (TPO) apresentou correlação positiva com
242 consumo de matéria seca da forragem (CMSF), consumo de matéria seca (CMS), consumo
243 de fibra em detergente neutro (CFDN) e CEE. O aumento no TPO pode estar diretamente
244 associado à qualidade da dieta, considerando que a dieta era composta com suplementação
245 concentrada e no manejo da pastagem era adotado o sistema de adubação e irrigação. Isso
246 provavelmente proporcionou condições ideais para o animal consumir as partes mais
247 nutritivas da forragem. Sendo, nesse caso, improvável o efeito do enchimento ruminal
248 exercido pela FDN, acarretando um aumento no TPO, uma vez que o aporte desses nutrientes
249 foi eficientemente disponibilizado.

250 Em contradição a esses resultados, observa-se uma correlação negativa moderada
251 entre o TPO e CPB ($r = -0,45$) e ausência de correlação para o CCNF ($P > 0,05$). A ausência de
252 correlações entre o TPO e CCNF pode estar vinculada à maior concentração do CNF oriunda
253 do concentrado e como o consumo do concentrado foi rápido durante o dia, poderá ter
254 favorecido tais resultados. Entende-se, dessa forma, que, em alguns casos específicos, essa
255 variável comportamental não exerce efeito direto sobre as atividades de consumo.

256 A matéria seca da forragem (MaB_{MSF}) apresentou correlações positivas e fortes como
257 o CMSF ($r = 0,75$) ($P < 0,05$) (Tabela 3) com as variáveis de consumo alimentar, exceto CCNF
258 ($P > 0,05$).

259 Um dos fatores que contribuíram para a diminuição da massa de bocado é a altura da
260 pastagem, podendo estar associado ao seu comportamento ingestivo, uma vez que a redução
261 voluntária da massa de bocado pode refletir em maior seletividade para aumentar a qualidade
262 nutricional da dieta. Ou seja, não precisamente está relacionado às restrições imediatas da
263 pastagem.

Tabela 3. Correlações entre aspectos dos bocados e ruminação do comportamento ingestivo com consumo alimentar em vacas lactantes.

Variável	TxB		MaB _{MSF}		BDe		TDe		NBD	
	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P
CMSF	-	-	0,75	0,0000	-	-	-	-	-	-
CMS	-	-	0,75	0,0000	-	-	-	-	-	-
CPB	-	-	0,63	0,0003	-	-	-	-	-	-
CFDN	-	-	0,74	0,0000	-	-	-	-	-	-
CEE	-	-	0,71	0,0000	-	-	-	-	-	-
CCNF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Aspectos da ruminação do comportamento ingestivo												
	MMB		TBo		VeM (n°/seg)		TeM		MMnd(n°)		BOL	
	(n°)	(seg.)	(n°)	(seg.)	(n°)	(seg.)	(n°)	(seg.)	(n°)	(seg.)	(n°)	(seg.)
CMSF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CPB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CFDN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CEE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CCNF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TxB - Taxa de bocados; MaB_{MSF} - Massa de bocado em matéria seca da forragem; BDe - Número de bocados entre deglutições; TDe - Tempo entre deglutições; NBD - Número de bocados por dia; CMSF - Consumo de matéria da forragem; CMS - Consumo de matéria de seca; CPB - Consumo de proteína bruta; CFDN - Consumo de fibra em detergente neutro; CEE - Consumo de extrato etéreo; CCNF - Consumo de carboidratos não fibrosos; MMB - Número de mastigações merícica por bolo; TBo - Tempo por bolo ruminado; VeM - Velocidade de mastigação; TeM - Tempo por mastigação merícica; MMnd - Número de mastigações merícica por dia; BOL - Número de bolos ruminados por dia

264

265 Nesse contexto, o resultado encontrado nesse estudo sugere que a altura do pasto não
 266 foi um fator que inibiu o CMSF, podendo estar associado à baixa profundidade do bocado,
 267 uma vez que a mesma é considerada uma proporção relativamente constante da altura do
 268 dossel forrageiro. Os resultados encontram-se em concordância com os relatos de Mezzalira
 269 et al. (2014), que enfatizaram que o consumo da forragem com o efeito combinado da massa

270 de bocado, taxa de bocado e tempo de pastejo é a base para a influência da estrutura do dossel
271 forrageiro em massa de bocado e a relação entre massa de bocado e taxa de bocado.

272 Fonseca, Carvalho, Mezzalira, Galli e Gregorini (2013) relataram que quando uma
273 massa de bocado é pequena requer menos movimentos maxilares de mastigação por bocado.
274 Sendo assim, disponibiliza um maior número de movimentos maxilares da mandíbula que
275 podem ser usados para os bocados de colheita. Ocorrendo o inverso, quando a massa de
276 bocado é grande, onde as necessidades de mastigação são maiores e a taxa de bocado é baixa,
277 subentendendo-se que animais ruminantes, para realizar suas refeições, requerem um tempo
278 fixo para abrir e fechar as maxilas. Ou seja, os movimentos mandibulares são constantes.

279 Hills, Wales, Dunshea, Garcia e Roche (2015) afirmaram que fatores comportamentais
280 que contribuem para o CMS do pasto são: a massa de bocado e taxa de bocados, na qual esses
281 fatores, juntamente com o tempo de pastejo, são padrões comportamentais para o equilíbrio
282 entre fatores fisiológicos que regulam a fome e saciedade e refletem uma redução no tempo de
283 alimentação com a suplementação complementar.

284 A seletividade dos animais ruminantes em pastejo estimula os animais a buscarem as
285 porções mais nutritivas da planta, visando a atender suas exigências nutricionais e, por
286 consequência, obter maior desempenho animal.

287 Para Morais et al. (2014), os animais ruminantes têm a capacidade de se adaptar à
288 variabilidade no consumo de nutrientes sem influenciar a eficiência de utilização dos
289 nutrientes consumidos e, portanto, seu desempenho produtivo. O fornecimento da dieta
290 concentrada também promove alterações fisiológicas, o que tenderia a manter a fermentação
291 no rúmen, principalmente o nível de nitrogênio amoniacal ruminal, por um aumento da
292 reciclagem de nitrogênio no trato gastrointestinal, o que contribui para um maior consumo.

293 Não foram observadas correlações ($P>0,05$) entre os aspectos da ruminação e
294 consumo alimentar em vacas lactantes (Tabela 3). Essas respectivas variáveis são oriundas do
295 RUM e a ausência de correlações nessa variável comportamental pode ter contribuído de
296 forma direta para tais resultados.

297 As eficiências de alimentação da matéria seca (EAMS), fibra em detergente neutro
298 (EAFDN), nutrientes digestíveis totais (EANDT), proteína bruta (EAPB), eficiências da
299 ruminação da matéria seca (ERMS) e fibra em detergente neutro (ERFDN) apresentaram
300 correlações positivas ($P<0,05$) com todas as variáveis de consumo alimentar, exceto para o
301 consumo CCNF ($P>0,05$) (Tabela 4).

Tabela 4. Correlações entre eficiências do comportamento ingestivo e consumo alimentar em vacas lactantes.

Variável	EAMS		EAFDN		EANDT		EACNF		EAPB		ERMS		ERFDN	
	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P
CMSF	0,68	0,0001	0,72	0,0000	0,76	0,0000	0,36	0,0374	0,67	0,0001	0,60	0,0008	0,64	0,0003
CMS	0,68	0,0001	0,72	0,0000	0,76	0,0000	0,36	0,0373	0,67	0,0001	0,60	0,0008	0,64	0,0003
CPB	0,60	0,0007	0,63	0,0004	0,67	0,0001	-	-	0,70	0,0001	0,57	0,0016	0,59	0,0009
CFDN	0,68	0,0001	0,71	0,0000	0,76	0,0000	0,37	0,0332	0,66	0,0002	0,59	0,0010	0,63	0,0004
CEE	0,68	0,0001	0,70	0,0001	0,74	0,0000	-	-	0,75	0,0000	0,61	0,0007	0,63	0,0003
CCNF	-	-	-	-	-	-	0,44	0,0140	-	-	-	-	-	-

EAMS - Eficiências de alimentação da matéria seca; EAFDN - Eficiências de alimentação da fibra em detergente neutro; EANDT - Eficiências de alimentação dos nutrientes digestíveis totais; EACNF - Eficiências de alimentação dos carboidratos não fibrosos; EAPB - Eficiências de alimentação da proteína bruta; ERMD - Eficiências de ruminação da matéria seca; ERFDN - Eficiências de ruminação da fibra em detergente neutro; CMSF - Consumo de matéria da forragem; CMS - Consumo de matéria de seca; CPB - Consumo de proteína bruta; CFDN - Consumo de fibra em detergente neutro; CEE - Consumo de extrato etéreo; CCNF - Consumo de carboidratos não fibrosos

303 As correlações positivas encontradas para as eficiências da alimentação e ruminação
304 sugerem que a oferta de forragem foi suficiente, não promovendo limitações.

305 Da mesma forma que o fornecimento adicional da dieta concentrada proporcionou
306 que os animais fossem mais eficientes na alimentação da forragem disponível. Uma vez que a
307 dieta concentrada proporciona melhoria em condições de rúmen, possibilitando uma maior
308 produção de substratos para os microrganismos ruminais, promovendo o aumento na
309 colonização dos microrganismos ruminais.

310 O aumento da colonização dos microrganismos ruminais tendência a uma maior
311 digestão, elevando a taxa de passagem, aumentando o consumo. E, nesse seguimento, a
312 ingestão dos nutrientes torna-se mais eficiente, devido às características da dieta, que
313 favorecem o processo de ruminação e subsequente redução das partículas da forragem em
314 uma menor unidade de tempo, contribuindo de forma elementar para as eficiências de
315 alimentação e ruminação.

316 A eficiência de alimentação e ruminação depende, em parte, do aumento da eficiência
317 na utilização do alimento ingerido por vacas lactantes. Berry e Crowley (2013), Rndt, Powell,
318 Aguerre, Crump e Wattiaux (2015), Hurley et al. (2015) citam que a conversão, a eficiência
319 de conversão alimentar e a eficiência de utilização de nitrogênio são medidas comuns da
320 eficiência de utilização de energia em vacas leiteiras. No entanto, alternativas precisam ser
321 exploradas para a melhoria da eficiência de conversão alimentar que ainda não foram
322 completamente elucidadas.

323 Lu et al. (2015) confirmam que a eficiência alimentar com base na conversão eficiente
324 dos nutrientes influencia diretamente na rentabilidade e na produção de leite, e que o aumento
325 da eficiência alimentar em bovinos é importante para maximizar a produção de leite com o
326 uso de insumos na alimentação, especialmente com restrições sobre a produção de alimentos
327 para animais, que se torna cada vez mais relevante.

328 Sendo assim, correlações fortes encontradas para eficiências da alimentação e
329 ruminação com as variáveis de consumo mostram que as mesmas têm potencial para serem
330 utilizadas para possíveis equações estatísticas, objetivando a predição de consumo, devido a
331 seu papel importante no manejo nutricional para vacas lactantes.

332

333 **CONCLUSÃO**

334 As correlações fortes encontradas para as variáveis dos aspectos do bocado e
335 eficiências da alimentação e ruminação com o consumo possibilitam a seleção dessas

336 respectivas variáveis para um melhor ajuste da gestão dos animais, visando ao aprimoramento
337 de técnicas de manejo.

338

339 REFERÊNCIAS

340 Association of official analytical chemists. (1990). *Official Methods of Analysis of the*
341 *Association of Official Analytical Chemists* (ed., 15, pp. 369-406). Universidade de Wisconsin
342 - Madison: Association of official analytical chemists.

343 Berry, D. P., & Crowley, J. J. (2013). Genetics of feed efficiency in dairy and beef cattle.
344 *Journal Animal Science*, 91(4), 1594-613.

345 Casali, A. O., Detmann, E., Valadares Filho, S. C., Perreira, J. C., Henriques, L. T., Freitas,
346 S.G., & Paulino, M. P. (2008). Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas
347 sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por
348 procedimentos *in situ*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(2), 335-342.

349 Fonseca, L., Carvalho, P. C. F., Mezzalira, J. C., Galli, J. R., & Gregorini, P. (2013). Effect of
350 sward surface height and level of herbage depletion on bite features of cattle grazing Sorghum
351 bicolor swards. *Journal of Animal Science*, 91(9), 4357-65.

352 Giger-Reverdin, S., Rigalma, K., Desnoyers, M., Sauvant, D., & Duvaux-Ponter, C. (2015).
353 Effect of concentrate level on feeding behavior and rumen and blood parameters in dairy
354 goats: Relationships between behavioral and physiological parameters and effect of between-
355 animal variability. *Journal of Dairy Science*, 97(7), 4367-4378.

356 Gregorini, P. (2012). Diurnal grazing pattern: its physiological basis and strategic
357 management. *Animal Production Science*, 52(7), 416-430.

358 Gregorini, P., Beukes, P. C., Romera, A. J., Levya, G., & Hanigan, M. D. (2013). A model
359 of diurnal grazing patterns and herbage intake of a dairy cow, MINDY: Model description.
360 *Ecological Modelling*, 270, 11-29.

361 Hall, M. B. (2000). Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain
362 non-protein nitrogen. *Gainesville: University of Florida*, A25-A32.

363 Hills, J. L., Wales, W. J., Dunshea, F. R., Garcia, S. C., & Roche, J.R. (2015). Invited review:
364 An evaluation of the likely effects of individualized feeding of concentrate supplements to
365 pasture-based dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98(3), 1363-1401.

366 Hodgson, J. (1982). Ingestive behavior (p.113). In: LEAVER, J.D. (Ed.) *Herbage intake*
367 *handbook*. Hurley: British Grassland Society.

368 Hurley, A. M., López-Villalobos, N., Mcparland, S., Kennedy, E., Lewis, E., O'Donovan, M.,
369 Burke, J.L., & Berry, D. P. (2015). Inter-relationships among alternative definitions of feed
370 efficiency in grazing lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 99(1), 468-79.

371 Jamieson, W. S., & Hodgson, J. (1979). The effect of variation in sward characteristics upon
372 the ingestive behavior and herbage intake of calves and lambs under continuous stocking
373 management. *Grass and Forage Science*, 34(4), 273-281.

374 Johnson, A. D. (1978). Sample preparation and chemical analysis of vegetation. In:
375 MANNETJE, L. (Ed.). *Measurement of grassland vegetation and animal production* (p. 96-
376 102). Aberystwyth: Commonwealth Agricultural Bureaux.

377 Licitra, G., Hernandez, T. M., & Van Soest, P. J. (1996). Standardization of procedures for
378 nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, 57(4), 347-
379 358.

380 Lu, Y., Vandehaar, M.J., Spurlock, D. M., Weigel, K. A., Armentano, L. E., Staples, C. R., &
381 Connor, E. E. (2015). Na alternative approach to modeling genetic merit of feed efficiency in
382 dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 98(9), 6535-51.

383 Mezzalira, J. C., Carvalho, P. C. F., Fonseca, L., Bremm, C., Cangiano, C., Gonda, H. L., &
384 Laca, E. A. (2014). Behavioural mechanisms of intake rate by heifers grazing swards of
385 contrasting structures. *Applied Animal Behaviour Science*, 153, 1-9.

386 Míssio, R. L., Brondani, I. L., Alves Filho, D. C., Silveira, M. F., Freitas, L. S., & Restle, J.
387 (2010). Comportamento ingestivo de tourinhos terminados em confinamento, alimentados
388 com diferentes níveis de concentrado na dieta. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(7), 1571-
389 1578.

390 Morais, J. A. S., Queiroz, M. F. S., Keli, A., Vega, A., Fiorentini, G., Canesin, R. C., Reis, R.
391 A., & Berchielli, T. T. (2014). Effect of supplementation frequency on intake, behavior and
392 performance in beef steers grazing Marandu grass. *Animal Feed Science and Technology*,
393 189, 63-71.

394 Rndt, C.A., Powell, J. M., Aguerre, M. J., Crump, P. M., & Wattiaux, M. A. (2015). Feed
395 conversion efficiency in dairy cows: Repeatability, variation in digestion and metabolism of
396 energy and nitrogen, and ruminal methanogens. *Journal of Dairy Science*, 98(6), 1-13, 2015.

397 Saliba, E. O. S., Rodrigez, N. M., Pilo-Veloso, D., Teixeira, D., & Pereira, S. (2003). Estudo
398 comparativo da coleta total com a lignina purificada como indicador de digestibilidade para
399 ovinos em experimento com feno de Tifton 85. *Reunião anual da sociedade brasileira de*
400 *zootecnia*, 40.

401 Santana Júnior, H. A., Silva, R. R., Carvalho, G. G. P., Silva, F. F., Costa, P. B., Mendes, F.
402 B. L., Pinheiro, A. A., Santana, E. O. C., Abreu Filho, G., & Trindade Júnior, G. (2014).
403 Metodologias para avaliação do comportamento ingestivo de novilhas suplementadas a pasto.
404 *Semina: Ciências Agrárias*, 35(3), 1475-1486.

405 Silva, A. L. N., Silva, R. R., Carvalho, G. G. P., Silva, F. F., Lins, T. O. J. D. A., Zeoula, L.
406 M., Franco, S. L., Souza, S. O., Pereira, M. M. S., & Barroso, D. S. (2014). Correlation
407 between ingestive behaviour, intake and performance of grazing cattle supplemented with or
408 without propolis extract (LLOS[®]). *Journal of Agricultural and Crop Research*, 2(1), 1-10.

409 Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant* (p.476). Cornell University Press.

410 Vilela, M. S., Ferreira, M. A., Azevedo, M., Modesto, E. C., Farias, I., Guimarães, A. V., &
411 Bispo, S. B. (2010). Effect of processing and feeding strategy of the spineless cactus (*Opuntia*
412 *ficus-indica* Mill.) for lactating cows: Ingestive behavior. *Applied Animal Behaviour Science*,
413 125, 1-8.

414 Yayota, M., Kato, A., Ishida, M., & Ohtani, S. Ingestive behavior and short-term intake rate
415 of cattle grazing on tall grasses. *Livestock Science*, 180, 113-120, 2015.

**CAPÍTULO 4. CORRELAÇÕES ENTRE COMPORTAMENTO INGESTIVO E
DIGESTIBILIDADE APARENTE EM VACAS LACTANTES**

Elaborada de acordo as Normas da Revista Archivos de Zootecnia

(<https://www.uco.es/ucopress/az/index.php/az>)

- 1 Artículo/Article
2 Nota corta/Short note
3 Revisión/Revisión
4 Carta al Editor/Letter to the Editor
5 In Memoriam



6
7 Área de nutrición y alimentación de poligástricos/Area of polygastric nutrition and feeding.

8

9 **Correlações entre comportamento ingestivo e** 10 **digestibilidade aparente em vacas lactantes**

11 **Correlations between ingestive behavior and apparent digestibility in lactating cows**

12

13 **Palavras-chave:**

14 Alimentação.

15 Bocados.

16 Digestão.

17 Eficiência.

18 Ruminante.

19

20 **Key words:**

21 Feeding

22 Bits

23 Digestion

24 Efficiency

25 Ruminant

26

27 **Resumo**

28 **Objetivou-se avaliar correlações entre comportamento ingestivo e digestibilidade aparente em vacas**
29 **lactantes. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com 50 unidades experimentais,**
30 **sendo cada unidade experimental composta por uma vaca lactante $\frac{3}{4}$ Holandês x $\frac{1}{4}$ Gir Leiteiro, no**
31 **terço médio de lactação, com idade média de $70 \pm 4,6$ meses e peso corporal médio de $400 \pm 55,2$ kg.**
32 **Os animais foram suplementados, objetivando atender às exigências nutricionais e avaliar as**
33 **variáveis comportamentais. As correlações foram feitas por meio de análise de correlações lineares**
34 **de Pearson e teste 't', 0,05 de significância com auxílio do programa SAEG (versão (9.0)). O tempo de**
35 **alimentação no cocho apresentou correlação com digestibilidade de extrato etéreo (DEE) ($P < 0,05$).**

36 A massa de bocado em matéria seca da forragem apresentou correlação com as digestibilidades de
37 matéria seca (DMS), proteína bruta (DPB), fibra em detergente neutro (DCNF) e nutrientes
38 digestíveis totais (NDT). As eficiências de alimentação da matéria seca, fibra em detergente neutro,
39 nutrientes digestíveis totais, e as eficiências da ruminação da matéria seca e da fibra em detergente
40 neutro apresentaram correlações com CMS, CPB, CFDN e NDT. O uso das correlações entre
41 comportamento ingestivo e digestibilidade aparente não foram altas. Assim, entende-se que a
42 digestibilidade aparente pode estar atrelada mais às características do alimento e não ao
43 comportamento ingestivo.

44

45 **Summary**

46 The objective was to evaluate correlations between ingestive behavior and apparent digestibility in
47 lactating cows. A completely randomized design with 50 experimental units was used, each
48 experimental unit being composed of a sucking cow $\frac{3}{4}$ Dutch x $\frac{1}{4}$ Gir Leiteiro, in the middle
49 lactation, with mean age of 70 ± 4.6 months and mean body weight of 400 ± 55.2 kg. The animals
50 were supplemented to meet nutritional requirements and to evaluate the behavioral variables. The
51 correlations were made through Pearson's linear correlation analysis and t-test, 0.05 significance
52 using the SAEG program (version 9.0). Feeding time in the trough showed correlation with
53 digestibility of ethereal extract (DCEE) ($P < 0.05$). The dry matter mass of the forage showed a
54 correlation with the dry matter (DCDM), crude protein (DCPB), neutral detergent fiber (DCNDF)
55 and nutrient digestibilities ($P < 0.05$) dry matter feed, neutral detergent fiber, total digestible nutrients,
56 and rumination efficiencies of dry matter and neutral detergent fiber showed correlations with
57 DCDM, DCPB, DCNDF and TDN. Of the correlations between ingestive behavior and apparent
58 digestibility were not high. Thus, it is understood that the apparent digestibility may be related to the
59 characteristics of the food rather than to the behavior ingestion.

60

61 **Introdução**

62 A utilização de pastagens como base da alimentação de vacas lactantes é um modelo de
63 sustentação do sistema de produção de leite, devido à aquisição de nutrientes mais baratos. Sendo
64 que a pasto é reconhecido amplamente como a fonte mais barata de nutrientes para vacas lactantes
65 (Pérez-Prieto et al., 2011, p. 151). No entanto, esse modelo de sustentação justifica-se quando a
66 pastagem é bem manejada, através de uma boa exploração tecnológica, que maximize o consumo de
67 forragem, como o uso da suplementação concentrada.

68 A digestibilidade é um dos componentes mais relevantes que influenciam o desempenho
69 animal (Schinader et al., 2011, p. 1). A utilização de pastagens tropicais pode apresentar limitações
70 relacionadas à digestibilidade dos alimentos, podendo interferir no aproveitamento dos nutrientes, já
71 que essa variável é positivamente correlacionada com a qualidade da dieta (Peripolli et al., 2011, p.
72 170), sendo que o valor nutritivo da dieta é determinado pela sua digestibilidade. De acordo Rius et
73 al. (2012, p. 5024) a digestibilidade pode ser influenciada pelo estado fisiológico, características
74 físicas e químicas da dieta, consumo e disponibilidade de alimentos para os animais.

75 Todavia, para vacas lactantes em condições de pastejo que recebem suplementação
76 concentrada, é imprescindível a observação do comportamento ingestivo. Sendo que a busca de
77 modelos que objetivam o aprimoramento e o entendimento do sistema de criação a pasto torna-se
78 indispensável.

79 A função ruminal em bovinos está ligada a ações digestivas dos alimentos ingeridos nos
80 processos de pastejo, que são principalmente determinadas pela estrutura do dossel (Gregorini, 2012,
81 p. 416). A determinação da eficácia física das dietas, por sua vez, promove a estratificação da
82 digestão no rúmen-retículo, atuando sobre o consumo e as atividades de ruminação, bem como o
83 tamponamento do rúmen (Nasrollahi et al., 2012, p. 1237).

84 A utilização do concentrado na dieta, tendo como principal fonte o amido, pode promover o
85 aumento da digestibilidade ruminal e a síntese de proteína microbiana (Kangar et al., 2014, p. 7001).
86 Porém, devemos considerar que dietas com essas características podem submeter variações na
87 fermentação ruminal, em função do processo de defaunação dos microrganismos e
88 consequentemente variações no comportamento ingestivo.

89 Nesse sentido, pesquisas buscam correlacionar variáveis do comportamento ingestivo com os
90 parâmetros nutricionais de animais ruminantes em sistema de pastejo, com o intuito de encontrar
91 variáveis que possam ser utilizadas para prever equações, com a finalidade de preencher lacunas
92 abertas sobre os parâmetros fisiológicos desses animais.

93 Buscar correlações entre variáveis do comportamento ingestivo e digestibilidade pode se tornar
94 ponderoso, uma vez que a estimativa dos valores de digestibilidade é reconhecidamente essencial
95 para determinar o valor nutritivo dos alimentos, assim como dos componentes básicos na
96 determinação de energia dos alimentos para a produção de leite.

97 Objetivou-se avaliar correlações entre o comportamento ingestivo e digestibilidade aparente de
98 vacas lactantes.

99

100 **Material e Métodos**

101 O Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual do Piauí – UESPI avaliou e
102 aprovou a pesquisa científica sob o protocolo número 10.918/15.

103 O experimento foi conduzido em Jequié, Bahia/Brasil, sendo o trabalho de campo implantado
104 numa área de dois hectares, dividida em 13 piquetes de aproximadamente 0,15 hectares cada,
105 formada de *Brachiaria brizantha* cultivar MG-5. Foi utilizado o sistema de pastejo intermitente com
106 período de ocupação de 2 dias e 24 dias por período de descanso para cada piquete e taxa de lotação
107 correspondente a aproximadamente 6,06 UA/ha.

108 Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com 50 unidades experimentais, sendo
109 cada unidade experimental composta por uma vaca lactante $\frac{3}{4}$ Holandês x $\frac{1}{4}$ Gir Leiteiro, no terço
110 médio de lactação, com idade média de $70 \pm 4,6$ meses e peso corporal médio de $400 \pm 55,2$ kg. Os
111 animais foram suplementados objetivando atender às exigências nutricionais das vacas, bem como
112 analisar as possíveis variações no comportamento ingestivo e analisar correlações com a
113 digestibilidade dos alimentos. A suplementação concentrada foi fornecida duas vezes ao dia (5
114 kg/animal/dia), logo após as ordenhas, sendo composta: 626,8 g/kg MS milho moído; 235,0 g/kg MS

115 farelo de soja; 94,0 g/kg MS caroço de algodão; 15,7 g/kg MS calcário calcítico; 25, 1 g/kg MS sal
116 mineral; 3,1 g/kg MS ureia; 0,3 g/kg MS sulfato de amônia; 0,2 g/kg MS bicarbonato de sódio.

117 As amostras do pastejo simulado foram obtidas através dos animais experimentais,
118 identificando-se o tipo de material consumido e coletando-se uma amostra semelhante ao alimento
119 ingerido (Johnson, 1978, pp. 96-102), sendo encontrados os seguintes resultados: 288,6 g/kg matéria
120 seca; 162,4 g/kg MS proteína bruta; 892,9 g/kg MS fibra em detergente neutro corrigido para cinza e
121 proteína; 44,6 g/kg MS extrato etéreo; 94,9 g/kg MS carboidratos não fibrosos, sendo que a dieta
122 total apresentou relação volumoso:concentrado 62:38.

123 Para estimar a produção fecal foi utilizado o LIPE[®] de 500 mg (Lignina isolada e purificada de
124 Eucalipto) como indicador externo, fornecida, diariamente, uma cápsula após o fornecimento de
125 concentrado durante sete dias, sendo três dias para adaptação e regulação do fluxo de excreção do
126 marcador e quatro dias para coleta das fezes (Saliba et al., 2003, p.40). As fezes foram coletadas uma
127 vez ao dia no momento da administração do indicador, diretamente da ampola retal, e armazenadas
128 em *freezer* a -10°C.

129 Para determinação do indicador interno, fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), as
130 amostras da forragem, das fezes e dos concentrados foram incubadas no rúmen de quatro animais
131 fistulados por 240 horas (Casali et al., 2008, p. 341), tendo o resíduo como indigestível. A
132 digestibilidade aparente foi estimada a partir da produção fecal, verificada com auxílio de LIPE[®]
133 como indicador externo e da fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno.

134 O teor de matéria seca (Protocolo 967,03), proteína bruta (Protocolo 981,10), matéria mineral
135 (Protocolo, 942,05) e extrato etéreo (Protocolo 920,29) foram determinados de acordo com o método
136 da AOAC (1990, pp. 369-406). O teor de fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína
137 (FDNcp) foi estimado de acordo Licitra et al. (1996, p. 352).

138 Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados como proposto por Hall (2000, p. 25):
139 $100 - [\% \text{ PB} - \% \text{ PB derivada da ureia} + \% \text{ ureia}] + \% \text{ FDNcp} + \% \text{ EE} + \% \text{ cinza}$ e os teores de
140 nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados pela fórmula de Weiss et al. (1992, p. 108):
141 $\text{NDT} = \text{PBD} + \text{FDND} + \text{CNFD} + (2,25 \times \text{EED})$, em que PBD, FDND, CNFD e EED significam,
142 respectivamente, consumos de PB, FDND, CNFD e EE digestíveis.

143 A avaliação do comportamento foi realizada no 14º dia de cada período, totalizando cinco
144 avaliações (120 horas), sendo feitas observações a cada cinco minutos, por um período de 24 horas,
145 conforme metodologia de Santana Júnior et al. (2014, p.1884), objetivando identificar o tempo
146 destinado ao pastejo, ruminação, alimentação no cocho e outras atividades. Os animais foram
147 avaliados visualmente, por dois observadores treinados para cada tratamento, sendo os mesmos
148 posicionados estrategicamente de forma a não incomodar os animais. Os animais foram avaliados a
149 cada cinco minutos, com preenchimento de etogramas e em seguida calculados em planilhas digitais
150 os tempos gastos em cada atividade.

151 As variáveis comportamentais estudadas foram: tempo de pastejo (PAS), tempo de ruminação
152 (RUM), tempo de alimentação no cocho (COC) e tempo em outras atividades (OUT). As atividades
153 comportamentais foram consideradas mutuamente excludentes. O tempo de alimentação total (TAT)
154 e de mastigação total (TMT) foi determinado pelas seguintes equações: $\text{TAT} = \text{PAS} + \text{COC}$ e TMT
155 $= \text{PAS} + \text{RUM} + \text{COC}$, em que: PAS (minutos) = tempo de pastejo; RUM (minutos) = tempo de
156 ruminação; COC (minutos) = tempo de alimentação no cocho.

157 A discretização das séries temporais foi realizada diretamente nas planilhas de coleta de dados,
158 com a contagem dos períodos discretos de pastejo, ruminação, outras atividades e alimentação no
159 cocho. A duração média de cada um dos períodos discretos foi obtida pela divisão dos tempos
160 diários de cada uma das atividades pelo número de períodos discretos da mesma atividade.

161 Durante a ruminação, foram retiradas três repetições de mastigações meréricas, em dois
162 períodos (manhã e tarde), a fim de determinar o número de mastigações meréricas por bolo ruminado
163 (MMB) e o tempo gasto para ruminação de cada bolo (Tbo). Assim como, durante a atividade de
164 pastejo após 30 minutos do início, foi registrada a taxa de bocado (TxB) dos animais de cada
165 tratamento, estimada por meio do tempo gasto pelo animal para realizar 20 bocados (Hodgson, 1982,
166 p. 113). Para o cálculo da massa de bocado em MS (MaB_{MSF}), foi dividido o consumo diário de MS
167 da forragem pelo total de bocados diários (Jamieson & Hodgson, 1979, p. 276).

168 Também foi coletado o número de bocados e o tempo por deglutição. Os resultados das
169 observações de bocados e deglutição foram registrados em seis ocasiões durante o dia, conforme
170 Santana Júnior et al. (2014, p. 1884), sendo três avaliações durante a manhã e três à tarde, e usados
171 também para determinar o número de bocados por dia (NBD), que é o produto entre taxa de bocado
172 e tempo de pastejo.

173 Foram calculados as eficiências de alimentação, em gramas por hora, da MS, FDN, NDT, CNF
174 e PB e eficiência de ruminação da MS e FDN, onde foi dividido o consumo do item pelo tempo de
175 alimentação total (eficiência de alimentação) ou pelo tempo de ruminação (eficiência de ruminação).

176 As correlações foram feitas por meio de análise de correlações lineares de Pearson e teste 't', a
177 0,05 de significância, com auxílio do Programa de Análises Estatísticas (SAEG, versão 9.0). A
178 correlação assume valores de forma positiva e negativa. O termo correlação positiva é utilizado
179 quando o $r > 0$ e correlação negativa quando $r < 0$, sendo os valores correlacionados podendo ser
180 classificados como muito fraco, fraco, moderado, forte e muito forte (Tabela 1).

181

182 Resultados

183 Dentre as variáveis comportamentais, observa-se que somente o tempo de alimentação no
184 cocho (COC) apresentou correlação ($P < 0,05$), com uma variável específica da digestibilidade, a
185 digestibilidade aparente de extrato etéreo (DEE), sendo uma correlação negativa moderada (-0,44)
186 (Tabela 2).

187 O número de períodos de pastejo (NPP) apresentou correlação negativa moderada (-0,57) com
188 a DEE (Tabela 2). No entanto, observa-se que número de períodos de ruminações (NPR) apresentou
189 correlação positiva fraca ($r = 0,38$) com a DEE. Para o número de períodos em outras atividades
190 (NPO) apresentou correlação negativa fraca ($r = -0,37$) com DEE.

191 A massa de bocado em matéria seca da forragem (MaB_{MSF}) apresentou correlações positivas
192 moderadas com digestibilidade de matéria seca (DMS), digestibilidade de proteína bruta (DPB),
193 digestibilidade de fibra em detergente neutro (DFDN) e nutrientes digestíveis totais (NDT) ($r = 0,52$;
194 0,42; 0,55; 0,54 respectivamente) (Tabela 3).

195 Os aspectos da ruminação não apresentaram nenhuma correlação com as variáveis de
196 digestibilidade aparente (Tabela 3) ($P > 0,05$). Para as eficiências do comportamento ingestivo,

197 somente a eficiência da alimentação dos carboidratos não fibrosos (EACNF) não apresentaram
198 correlações ($P>0,05$) com as variáveis de digestibilidade aparente, sendo que as demais variáveis
199 apresentaram correlações ($P<0,05$) positivas (Tabela 4). A associação da DEE com as variáveis
200 comportamentais não apresentaram correlações ($P>0,05$), exceto a eficiência de alimentação de
201 proteína bruta (EAPB), que apresentou correlação ($P<0,05$) positiva.

202

203 **Discussão**

204 A digestibilidade é considerada um componente que determina a qualidade de um alimento.
205 Sua capacidade de digestão permite que o animal utilize, em maior ou menor escala, seus nutrientes.

206 Em relação às variáveis do comportamento ingestivo, o COC destaca-se por relacionar-se
207 positivamente com a digestibilidade, partindo do pressuposto de que, à medida que o animal
208 alimenta-se no cocho, tem uma maior disponibilidade de nutrientes prontamente disponíveis. Em
209 dietas potencialmente disponíveis ocorre maior taxa de passagem pelo trato gastrointestinal, o que
210 pode diminuir a digestibilidade dos nutrientes, sugerindo, nesse caso, que o aumento da taxa de
211 passagem pelo trato gastrointestinal, pode ter contribuído negativamente sobre a DEE.

212 As pastagens tropicais são caracterizadas pelo alto teor de FDN, que é reconhecida como
213 inversamente proporcional com a digestibilidade, limitando o consumo pela ocupação do trato
214 gastrointestinal. Entretanto, o volume do trato gastrointestinal está associado à dieta de baixa
215 qualidade, sugerindo, nesse caso, que a presença de correlação seria mais provável em dieta com
216 essas características. Essa justificativa é plausível porque dietas de alta qualidade, onde a fração
217 fibrosa é mais facilmente digerida, provavelmente não influencia no consumo e na digestibilidade,
218 sendo a mesma controlada pelo requerimento energético do animal.

219 Todavia, tanto o consumo como a digestibilidade poderiam ser controlados pelo animal através
220 da redução do volume do alimento por meio do processo de ruminação, o que contribui na conversão
221 de macromoléculas do alimento para compostos simples que podem ser digeridos e absorvidos pelo
222 trato gastrointestinal. De acordo Kangar et al. (2014, p. 7009), a similaridade no consumo de FDN da
223 forragem contribui para a ausência de efeitos nos padrões de consumo e ruminação. No referente
224 estudo, o consumo de FDN proveniente da forragem não foi interferido pela adição do concentrado,
225 sugerindo que o consumo e a concentração da FDN da forragem foram suficientes para promover a
226 ruminação, salivagem e pH do rúmen em uma faixa ideal, o que pode ter mascarado alguns efeitos
227 causados pela dieta concentrada no ambiente ruminal.

228 O valor do grau de associação encontrado para COC e DEE (-0,44) demonstra uma variação
229 moderada promovida pela variável independente COC sobre variável dependente DEE, sugerindo,
230 nesse caso, que somente 44% explicam a variação do COC sobre DEE. Ou seja, há uma grande
231 margem de variação esperada, diminuindo o grau de confiabilidade, o que dificulta a utilização desta
232 variável para prever digestibilidade.

233 Para o NPP que apresentou correlação negativa moderada (-0,57) com a DEE, este resultado
234 pode estar associado ao alto teor de FDN da pastagem (em média 74%), tendenciando o animal a
235 desenvolver o efeito de enchimento ruminal, limitando o consumo da pastagem e,
236 conseqüentemente, a digestibilidade. Devido a essas condições, o animal aumentou o NPP e, em

237 contrapartida, ocorreu uma diminuição na DEE, devido à necessidade maior de unidade de tempo
238 para a DEE, oriunda da pastagem.

239 No entanto, observa-se que NPR apresentou correlação positiva fraca ($r = 0,38$) com a DEE.
240 Esse efeito positivo pode ser explicado pelo fato de os ruminantes desempenharem importância na
241 redução de partículas da forragem, o que facilita o ataque microbiano, tornando-o potencialmente
242 mais digestível. Para Beecher et al. (2014, p. 3914), o aumento da digestibilidade de um alimento
243 favorece uma maior utilização dos nutrientes e menos excreção residual, aumentando, assim, a energia
244 disponível para os animais. A energia possivelmente disponível no presente estudo através da DEE é
245 de suma importância para atender às exigências dos animais na fase de lactação em que se encontram
246 e balancear a relação energia-proteína da dieta.

247 A correlação negativa fraca ($r = -0,37$) encontrado para o NPO é plausível, uma vez que em
248 alguns casos específicos a variável OUT não está diretamente associada aos aspectos de consumo e,
249 consequentemente, de digestibilidade.

250 Observações nos períodos discretos do comportamento ingestivo demonstram que as variáveis
251 são inversamente proporcionais. O aumento no NPO promoveu uma diminuição na DEE, devido ao
252 efeito de diluição, ocorrendo o inverso com o TPO, onde a diminuição do TPO promoveu o aumento
253 da DEE, promovendo uma correlação positiva fraca. Suzuki et al. (2014, p. 48) relataram que o gasto
254 com energia por unidade de tempo tende a ser maior para o tempo de alimentação e ruminação,
255 assim como a produção de calor, em comparação ao tempo de repouso, reforçando a hipótese do
256 referente resultado.

257 Quando os animais buscam partes das forrageiras que apresentam melhor valor nutritivo, tende
258 a resultar em uma maior facilidade de apreensão. De acordo com Pérez-Prieto et al. (2013, p. 14), a
259 massa de bocados da forragem está diretamente associada à altura da pastagem, onde a redução da
260 taxa de consumo da pastagem de altura baixa a média deve ser impulsionada, principalmente, por
261 uma redução da massa de bocados. Por outro lado, pastos mais altos podem aumentar a taxa de
262 consumo, o que parece estar associado a um aumento na taxa de bocados por causa da baixa variação
263 da massa de bocados. Assim, entende-se que a altura do pasto disponível aos animais experimentais
264 favoreceu a uma maximização do consumo, promovendo o fornecimento de substratos para os
265 microrganismos ruminais para a digestão adequada da fibra.

266 A ruminação é considerada um “componente chave” da digestibilidade no rúmen, e tem como
267 função principal facilitar o ataque dos microrganismos na parede celular.

268 Considerando as variáveis dos aspectos da ruminação, o aumento ou diminuição dessas
269 respectivas variáveis vai depender da degradação das partículas no rúmen.

270 Uma redução no tamanho de partículas após a primeira mastigação, por exemplo, evidencia
271 uma menor necessidade de ruminação, assim como as demais variáveis dos aspectos da ruminação.
272 Segundo Gregorini et al. (2013, p. 7803), uma maior degradação das partículas durante o consumo
273 facilita o ataque da colonização microbiana e, desse modo, a digestibilidade de partículas da
274 forragem.

275 A existência de uma alimentação e ruminação eficiente abrirá possibilidades de ocorrer uma
276 boa digestibilidade, justificando, assim, tais resultados.

277 Assume-se que o consumo e digestibilidade relacionam-se entre si. Porém as associações de
278 ambas com as variáveis comportamentais podem se comportar de formas diferentes. Características
279 não bromatológicas como densidade calórica, tamanho da partícula, solubilidade do rúmen,
280 capacidade tamponante e a hidratação das partículas fibrosas influenciam sobre os efeitos
281 fisiológicos da ingestão do trato gastrointestinal, assim como os processos de digestão.

282 Observa-se nesse estudo que as correlações apresentadas para consumo e as variáveis
283 comportamentais apresentaram correlações fortes. No entanto, para digestibilidade aparente as
284 correlações apresentaram de forma moderada. A digestibilidade aparente é quantificada pelo balanço
285 dos nutrientes menos as fezes. Porém, as fezes não contêm apenas alimento não digerido, mas
286 também produtos metabólicos como bactérias e perdas endógenas do metabolismo animal.

287

288 **Conclusão**

289 O uso das correlações entre comportamento ingestivo e digestibilidade aparente não foi alto.
290 Assim, entende-se que a digestibilidade aparente pode estar atrelada mais às características do
291 alimento e não ao comportamento ingestivo. No entanto, há a necessidade de mais pesquisas para a
292 obtenção de dados mais conclusivos.

293

294 **Bibliografia**

295 Association of official analytical chemists 1990, ‘*Official Methods of Analysis of the Association of*
296 *Official Analytical Chemists*’, (ed., 15), pp. 369-406.

297 Beecher, M, Buckley, F, Waters, SM, Boland, TM, Enriquez-Hidalgo, D, Deighton, MH,
298 O’Donovan, M, & Lewis, E 2014, ‘Gastrointestinal tract size, total-tract digestibility, and rumen
299 microflora in different dairy cow genotypes’, *Journal of Dairy Science*, vol. 97, no. 6, pp. 3906-
300 3917.

301 Casali, AO, Detmann, E, Valadares Filho, SC, Perreira, JC, Henriques, LT, Freitas, SG, & Paulino,
302 MP, 2008 ‘Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de
303 compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*’, *Revista*
304 *Brasileira de Zootecnia*, vol. 37, no. 2, pp. 335-342.

305 Gregorini, P, 2012, ‘Diurnal grazing pattern: its physiological basis and strategic management’,
306 *Animal Production Science*, vol.52, no. 7, pp. 416-430.

307 Gregorini, P, Minnee, EMK, Griffiths, W, & Lee, JM 2013, ‘Dairy cows increase ingestive
308 mastication and reduce ruminative chewing when grazing chicory and plantain’, *Journal Dairy of*
309 *Science*, vol. 96, no. 12, pp. 7798-780.

310 Hall, MB, 2000, ‘Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-
311 protein nitrogen’, *Gainesville: University of Florida*, p 25.

312 Hodgson, J, 1982, ‘Ingestive behavior’, In: LEAVER, J.D. (Ed.) *Herbage intake handbook*, Hurley:
313 British Grassland Society, p. 113.

- 314 Jamieson, WS, & Hodgson, J 1979, 'The effect of variation in sward characteristics upon the
315 ingestive behavior and herbage intake of calves and lambs under continuous stocking management',
316 *Grass and Forage Science*, vol. 34, no. 4, pp. 273-281, 1979.
- 317 Johnson, AD 1978, 'Sample preparation and chemical analysis of vegetation', In: MANNETJE, L.
318 (Ed.), *Measurement of grassland vegetation and animal production*, Aberystwyth: Commonwealth
319 Agricultural Bureaux, pp. 96-102.
- 320 Kargar, S, Ghorbani, GR, Khorvash, M, Sadeghi-Sefidmazgi, A, & Schingoethe, DJ 2014,
321 'Reciprocal combinations of barley and corn grains in oil-supplemented diets: Feeding behavior and
322 milk yield of lactating cows' *Journal of Dairy Science*, v. 97, no. 11 pp. 7001-7011.
- 323 Licitra, G, Hernandez, TM, & Van Soest, PJ, 1996, 'Standardization of procedures for nitrogen
324 fractionation of ruminant feeds', *Animal Feed Science and Technology*, vol. 57, no. 4, pp. 347-358.
- 325 Nasrollahi, SM, Khorvash, M, Ghorbani, GR, Teimouri-Yansari, A, Zali, A, & Zebeli, Q 2012,
326 'Grain source and marginal changes in forage particle size modulate digestive processes and
327 nutrient intake of dairy cows', *Animal*, vol. 6, no. 8, pp.1237-1245.
- 328 Pérez-Prieto, LA, & Delagarde, R 2013, 'Meta-analysis of the effect of pasture allowance on pasture
329 intake, milk production, and grazing behavior of dairy cows grazing temperate grasslands', *Journal*
330 *Dairy of Science*, vol. 96, no. 10, pp. 1-19.
- 331 Pérez-Prieto, LA, Peyraud, JL, & Delagarde, R 2011, 'Pasture intake, milk production and grazing
332 behaviour of dairy cows grazing low-mass pastures at three daily allowances in winter', *Livestock*
333 *Science*, vol.137, no. 3, ppp. 151-160.
- 334 Peripolli, V, Prates, ER, Barcellos, JOJ, & Braccini Neto, J 2011, 'Fecal nitrogen to estimate intake
335 and digestibility in grazing ruminants', *Animal Feed Science and Technology*, vol. 163, no. 4, pp.
336 170-176.
- 337 Rius, AG, Kittelmann, S, Macdonald, KA, Waghorn, GC, Janssen, PH, & Sikkema, E 2012,
338 'Nitrogen metabolism and rumen microbial enumeration in lactating cows with divergent residual
339 feed intake fed high-digestibility pasture', *Journal of Dairy Science*, vol. 95, no. 9, pp. 5024-5034.
- 340 Saliba, EOS, Rodrigez, NM, Pilo-Veloso, D, Teixeira, D, & Pereira, S 2003, 'Estudo comparativo da
341 coleta total com a lignina purificada como indicador de digestibilidade para ovinos em experimento
342 com feno de Tifton 85', *Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, p.40.
- 343 Santana Júnior, HA, Silva, RR, Carvalho, GGP, Silva, FF, Costa, PB, Mendes, FBL, Pinheiro, AA,
344 Santana, EOC, Abreu Filho, G, & Trindade Júnior, G 2014, 'Metodologias para avaliação do
345 comportamento ingestivo de novilhas suplementadas a pasto', *Semina: Ciências Agrárias*, vol. 35,
346 no. 3, pp. 1475-1486.
- 347 Schneider, S, Auerswald, K, Schnyder, H, & Bellof, G 2011, 'Suitability of eight techniques for
348 estimating digestibility of herbage from continuously grazed all-day pasture', *Animal Feed Science*
349 *and Technology*, vol. 170, pp.1-11.
- 350 Suzuki, T, Kamiya, Y, Tanaka, M, Hattori, I, Sakaigaichi, T, Terauchi, T, Nonaka, I, & Terada, F
351 2014, 'Effect of fiber content of roughage on energy cost of eating and rumination in
352 Holstein cows', *Animal Feed Science and Technology*, vol. 196, pp. 42-49.

353 Weiss, WP, Conrad, HR, & Pierre, NRS 1992, 'A theoretically-based model for predicting total
354 digestible nutrient values of forages and concentrates', *Animal Feed Science and Technology*, vol.
355 39, pp. 95-110.

356

357

358

359

360

361

362

363

364

365

366

367

368

369

370

371

372

373

374

375

376

377

378

379

380

381

382

383

384

Tabela 1. Definição da intensidade de correlação (r)

Valor de r (+ ou -)	Interpretação
0,00 a 0,19	Correlação muito fraca
0,20 a 0,39	Correlação fraca
0,40 a 0,69	Correlação moderada
0,70 a 0,89	Correlação forte
0,90 a 1,00	Correlação muito forte

Fonte: <http://leg.ufpr.br/~silvia/CE003/node74.html>

Tabela 2. Correlações entre comportamento ingestivo e períodos discretos do comportamento ingestivo com digestibilidade aparente em vacas lactantes

Variável	PAS ¹		RUM ²		COC ³		OUT ⁴		TAT ⁵		TMT ⁶					
	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P				
DMS ⁷	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---				
DPB ⁸	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---				
DFDN ⁹	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---				
DEE ¹⁰	---	---	---	---	-0,44	0,135	---	---	---	---	---	---				
DCNF ¹¹	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---				
NDT ¹²	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---				
Períodos discretos do comportamento ingestivo																
	NPP ¹³		NPR ¹⁴		NPC ¹⁵		NPO ¹⁶		TPP ¹⁷		TPR ¹⁸		TPC ¹⁹		TPO ²⁰	
DMS ⁷	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
DPB ⁸	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
DFDN ⁹	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
DEE ¹⁰	-0,57	0,0014	0,38	0,316	---	---	-0,37	0,0328	---	---	---	---	---	---	0,40	0,0251
DCNF ¹¹	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
NDT ¹²	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

¹Tempo de pastejo; ²Tempo de ruminação; ³Tempo de alimentação no cocho; ⁴Tempo de outras atividades; ⁵Tempo de alimentação total; ⁶Tempo de mastigação total; ⁷Digestibilidade de matéria de seca; ⁸Digestibilidade de proteína bruta; ⁹Digestibilidade de fibra em detergente neutro; ¹⁰Digestibilidade de extrato etéreo; ¹¹Digestibilidade de carboidratos não fibrosos; ¹²Nutrientes digestíveis totais; ¹³Número de períodos de pastejo; ¹⁴Número de períodos de ruminação; ¹⁵Número de períodos no cocho; ¹⁶Número de períodos em outras atividades; ¹⁷Tempo por períodos de pastejo; ¹⁸Tempo por períodos de ruminação; ¹⁹Tempo por períodos no cocho; ²⁰Tempo por períodos em outras atividades

Tabela 3. Correlações entre aspectos do bocado e aspectos da ruminação do comportamento ingestivo com digestibilidade aparente em vacas lactantes

Variável	TxB ¹		MaB _{MSF} ²		BDe ³		TDe ⁴		NBD ⁵			
	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P		
DMS ⁶	---	---	0,52	0,0038	---	---	---	---	---	---		
DPB ⁷	---	---	0,42	0,0180	---	---	---	---	---	---		
DFDN ⁸	---	---	0,55	0,0021	---	---	---	---	---	---		
DEE ⁹	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
DCNF ¹⁰	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
NDT ¹¹	---	---	0,54	0,0028	---	---	---	---	---	---		
Aspectos da ruminação do comportamento ingestivo												
	MMB ⁷ (n°)		TBo ⁸ (seg.)		VeM ⁹ (n°/seg)		TeM ¹⁰ (seg.)		MMnd ¹¹ (n°)		BOL ¹² (n°)	
DMS ⁶	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
DPB ⁷	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
DFDN ⁸	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
DEE ⁹	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
DCNF ¹⁰	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
NDT ¹¹	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

¹Taxa de bocados; ²Massa de bocado em matéria seca da forragem; ³Número de bocados entre deglutições; ⁴Tempo entre deglutições; ⁵Número de bocados por dia; ⁶Digestibilidade de matéria de seca; ⁷Digestibilidade de proteína bruta; ⁸Digestibilidade de fibra em detergente neutro; ⁹Digestibilidade de extrato etéreo; ¹⁰Digestibilidade de carboidratos não fibrosos; ¹¹Nutrientes digestíveis totais; ¹²Número de mastigações meréricas por bolo; ¹³Tempo por bolo ruminado; ¹⁴Velocidade de mastigação; ¹⁵Tempo por mastigação meréricas; ¹⁶Número de mastigações meréricas por dia; ¹⁷Número de bolo ruminados por dia

Tabela 4. Correlações entre eficiências do comportamento ingestivo e digestibilidade aparente em vacas lactantes

Variável	EAMS ¹		EAFDN ²		EANDT ³		EACNF ⁴		EAPB ⁵		ERMS ⁶		ERFDN ⁷	
	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P
DMS ⁸	0,47	0,0092	0,51	0,0047	0,58	0,0011	---	---	0,46	0,0110	0,52	0,0039	0,56	0,0020
DPB ⁹	0,37	0,0401	0,40	0,0253	0,47	0,0091	---	---	0,42	0,0175	0,47	0,0087	0,50	0,0053
DFDN ¹⁰	0,49	0,0060	0,54	0,0028	0,61	0,0007	---	---	0,48	0,0076	0,54	0,0026	0,58	0,0012
DEE ¹¹	---	---	---	---	---	---	---	---	0,38	0,0300	---	---	---	---
DCNF ¹²	0,49	0,0070	0,53	0,0035	0,60	0,0007	---	---	0,48	0,0075	0,52	0,0041	0,55	0,0021
NDT ¹³	0,49	0,0070	0,53	0,0035	0,60	0,0007	---	---	0,48	0,0075	0,52	0,0041	0,55	0,0021

¹Eficiências de alimentação da matéria seca; ²Eficiências de alimentação da fibra em detergente neutro; ³Eficiências de alimentação dos nutrientes digestíveis totais; ⁴Eficiências de alimentação dos carboidratos não fibrosos; ⁵Eficiências de alimentação da proteína bruta; ⁶Eficiências de ruminação da matéria seca; ⁷Eficiências de ruminação da fibra em detergente neutro; ⁸Digestibilidade de matéria de seca; ⁹Digestibilidade de proteína bruta; ¹⁰Digestibilidade de fibra em detergente neutro; ¹¹ Digestibilidade de extrato etéreo; ¹²Digestibilidade de carboidratos não fibrosos; Nutrientes digestíveis totais

**CAPÍTULO 5. CORRELAÇÕES ENTRE COMPORTAMENTO INGESTIVO E
CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS EM VACAS LACTANTES**

Elaborada de acordo com as Normas da Revista *Comunicata Scientiae*

(<https://www.comunicatascientiae.com.br/comunicata/about/submissions#authorGuidelines>)

Correlações entre comportamento ingestivo e características produtivas em vacas lactantes

Resumo

Objetivou-se avaliar correlações entre comportamento ingestivo e características produtivas em vacas lactantes. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com 50 unidades experimentais, sendo cada unidade experimental composta por uma vaca lactante $\frac{3}{4}$ Holandês x $\frac{1}{4}$ Gir Leiteiro, no terço médio de lactação, com idade média $70 \pm 4,6$ meses e peso corporal médio de $400 \pm 55,3$ kg. Os animais foram suplementados objetivando atender às exigências nutricionais, com avaliações entre possíveis correlações. As correlações foram feitas por meio de análise de correlações lineares de Pearson e teste 't', 0,05 de significância com auxílio do programa SAEG (versão 9.0). O tempo de ruminação apresentou correlação ($P < 0,05$) com produção de leite (PL) e com escore de condição corporal (ECC). O tempo de alimentação no cocho apresentou correlação com extrato seco desengordurado (ESD) e proteína (PTN). O número de períodos de alimentação no cocho apresentou correlação com ESD e PTN. A velocidade de mastigação correlacionou com PL, ESD, PTN e ECC. Observou-se que as interações entre comportamento ingestivo e a características produtivas de vacas lactantes apresentaram de formas fraca a moderada. Quando se visa o aperfeiçoamento de técnicas de manejo, através de compilação de dados para a composição de possíveis equações estatísticas, percebe-se a necessidade de mais pesquisas, uma vez que estudos visando a correlações com as variáveis comportamentais são escassos.

Palavras-chave: forragem, gordura, interação leite, ruminante

Linear correlations between ingestive behavior and productive characteristics in lactating cows

Abstract

27 The objective was to evaluate correlations between ingestive behavior and productive
28 characteristics in lactating cows. A completely randomized design with 50 experimental units was
29 used, each experimental unit consisting of a suckling cow $\frac{3}{4}$ Dutch x $\frac{1}{4}$ Gir Leiteiro, in the middle
30 third of lactation, with mean age 70 ± 4.6 months and mean body weight of 400 ± 55 , 3 kg. The
31 animals were supplemented to meet nutritional requirements, with evaluations among possible
32 correlations. Correlations were made through Pearson's linear correlation analysis and 't' test, 0.05
33 significance using the SAEG program (version 9.0). The rumination time presented correlation
34 ($P < 0.05$) with milk production (MP) and with body condition score (BCS). Feeding time in the
35 trough showed a correlation with dry extract (DDE) and protein (PTN). The number of feeding
36 periods in the trough showed correlation with DDE and PTN. The chewing rate correlated with PL,
37 DDE, PTN and BCS. It was observed that the interactions between ingestive behavior and the
38 productive characteristics of lactating cows presented in weak to moderate forms. When the
39 improvement of management techniques is sought, through the compilation of data for the
40 composition of possible statistical equations, we see the need for more research, since studies
41 aiming at correlations with the behavioral variables are scarce.

42

43 **Key Words:** forage, fat, milk interaction, ruminant

44

45 **Introdução**

46 A forragem fornece nutrientes para atender às exigências de vacas lactantes a um custo
47 relativamente baixo (Al-Marashdeh et al., 2015). No entanto, variações sazonais podem
48 comprometer a disponibilidade da forragem, ao ponto de não conseguir quantitativamente suprir as
49 exigências de consumo. É complexo para o produtor conseguir ajustar o manejo preciso das
50 pastagens para quantidade e qualidade nutricional.

51 A qualidade de forragem é, por sua vez, negativamente associada com a maturidade. À
52 medida que a estação de crescimento progride, a forragem passa por diferentes estágios de

53 maturidade, passando de tecido vivo jovem a material morto, interferindo negativamente na
54 digestibilidade (Pembleton et al., 2016).

55 Dietas à base de pastagem geralmente apresentam um desbalanceamento dos seus
56 componentes nutricionais para os animais de alta produção (Schren et al., 2016). Devido a este
57 desequilíbrio em nutrientes disponíveis, vacas lactantes em pastejo tendenciam a ter uma menor
58 produção de leite quando nenhuma ação é feita na tentativa de balancear a dieta (Roca-Fernandez et
59 al., 2013). Nesse contexto, Soca et al. (2014) destacam que a suplementação concentrada é uma
60 estratégia que pode ser utilizada para aumentar o consumo de matéria seca da dieta e manter a
61 produção de leite, sugerindo nesse caso que um maior consumo de matéria seca é correlacionado
62 positivamente com a produção de leite.

63 Na busca para atender as exigências nutricionais com o uso da suplementação concentrada,
64 pode-se suscitar em variação no comportamento ingestivo dos animais. Para Kangar et al. (2014), o
65 uso da suplementação gera uma maior fermentação ruminal, aumenta o consumo de energia e
66 produção de proteína microbiana, mas, em contrapartida, pode causar redução no consumo de
67 matéria seca. Já Hills et al. (2015) relataram que o efeito da suplementação no consumo de matéria
68 seca do pasto é evidente em medições do comportamento ingestivo, assim como fatores que
69 determinam o equilíbrio entre os fatores fisiológicos que regulam a fome e a saciedade e refletem
70 em redução no consumo de vacas com alimentação concentrada.

71 Existe uma relação entre comportamento ingestivo, função ruminal, nutrientes circulantes no
72 sangue e nutrientes disponíveis na glândula mamária para a produção de leite (Greger-Reverdin et
73 al., 2014). Nesse contexto, tanto a produção quanto a composição do leite estão ligados ao fluxo do
74 sangue e metabólitos que chegam ao úbere e pode ser modificado quando o ambiente ruminal é
75 alterado (Fievez et al., 2012), o que pode ocorrer através da suplementação concentrada.

76 Objetivou-se avaliar correlações entre comportamento ingestivo e características produtivas
77 em vacas lactantes.

78

79 **Material e Métodos**

80 O Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual do Piauí – UESPI avaliou e
81 aprovou a pesquisa científica sob o protocolo número 10.918/15.

82 O experimento foi conduzido em Jequié, Bahia/Brasil, sendo o trabalho de campo
83 implantado numa área de dois hectares, dividida em 13 piquetes de aproximadamente 0,15 hectares
84 cada, formada de *Brachiaria brizantha* cultivar MG-5. Foi utilizado o sistema de pastejo
85 intermitente com período de ocupação de 2 dias e 24 dias por período de descanso para cada
86 piquete, com taxa de lotação correspondente a aproximadamente 6,06 UA/ha.

87 Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com 50 unidades experimentais,
88 sendo cada unidade experimental composta por uma vaca lactante $\frac{3}{4}$ Holandesa x $\frac{1}{4}$ Gir Leiteiro, no
89 terço médio de lactação, com idade média de $70 \pm 4,6$ meses e peso corporal médio de $400 \pm 55,2$ kg.
90 Os animais foram suplementados objetivando promover variações no comportamento ingestivo e
91 consumo alimentar para avaliações das correlações. A suplementação concentrada foi fornecida
92 duas vezes ao dia (5 kg/animal/dia), logo após as ordenhas, sendo composta: 626,8 g/kg MS milho
93 moído; 235,0 g/kg MS farelo de soja; 94,0 g/kg MS caroço de algodão; 15,7 g/kg MS calcário
94 calcítico; 25, 1 g/kg MS sal mineral; 3,1 g/kg MS ureia; 0,3 g/kg MS sulfato de amônia; 0,2 g/kg
95 MS bicarbonato de sódio, visando a atender as exigências de manutenção e produção de 15 litros de
96 leite a 3,5% de gordura (NRC, 2001).

97 O manejo diário das vacas iniciou-se às cinco horas e trinta minutos, quando retornaram da
98 pastagem para a realização da primeira ordenha, e a segunda ordenha iniciada às dezesseis horas e
99 trinta minutos. A ordenha foi realizada de forma mecânica (tipo balde ao pé, modelo fila indiana
100 com fosso). A produção de leite foi avaliada do 11º ao 14º dia de cada período experimental.

101 O escore de condição corporal das vacas foi mensurado através de avaliação visual realizada
102 por apenas um observador devidamente treinado, utilizando uma escala de 5 pontos (1 = magra e 5
103 = gorda) em incrementos de 0,25 unidades (Edmonson et al., 1989). Sobre as amostras do leite:
104 foram obtidas durante a ordenha da manhã e tarde, de forma proporcional à produção de cada turno,

105 para formar uma única porção com representação real à produção de leite diária, e analisado o teor
106 de gordura, proteína, densidade, extrato seco desengordurado e total pelo processo de infravermelho
107 pelo analisador Ekomilk M[®].

108 As amostras do pastejo simulado foram obtidas através dos animais experimentais,
109 identificando-se o tipo de material consumido e coletando-se uma amostra semelhante ao alimento
110 ingerido (Johnson, 1978), sendo que as coletas foram realizadas três vezes por períodos, totalizando
111 quinze coletas durante os cinco períodos, onde foram encontrados os seguintes resultados: 288, 6
112 g/kg matéria seca; 162,4 g/kg MS proteína bruta; 892, 9 g/kg MS fibra em detergente neutro
113 corrigido para cinza e proteína; 44,6 g/kg MS extrato etéreo; 94,9 g/kg MS carboidratos não
114 fibrosos. Sendo que a dieta total apresentou relação volumoso:concentrado 62:38, respectivamente.

115 O teor de matéria seca (Protocolo 967,03), proteína bruta (Protocolo 981,10), matéria
116 mineral (Protocolo, 942,05) e extrato etéreo (Protocolo 920,29) foram determinados de acordo com
117 o método da AOAC (1990). O teor de fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína
118 (FDNcp) foi estimado de acordo Licitra et al. (1996).

119 Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados como proposto por Hall (2000): $100 -$
120 $[\% \text{ PB} - \% \text{ PB derivada da ureia} + \% \text{ ureia}] + \% \text{ FDNcp} + \% \text{ EE} + \% \text{ cinza}$) e os teores de
121 nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados pela fórmula de Weiss (1992): $\text{NDT} = \text{PBD} +$
122 $\text{FDND} + \text{CNFD} + (2,25 \times \text{EED})$, em que PBD, FDND, CNFD e EED significam, respectivamente,
123 consumos de PB, FDND, CNFD e EE digestíveis.

124 A avaliação do comportamento foi realizada no 14º dia de cada período, totalizando então
125 cinco avaliações (120 horas), sendo feitas observações a cada cinco minutos, por um período de 24
126 horas, conforme metodologia de Santana Júnior et al. (2014), objetivando identificar o tempo
127 destinado ao pastejo, ruminação, alimentação no cocho e outras atividades. Os animais foram
128 avaliados visualmente, por dois observadores treinados para cada tratamento, sendo os mesmos,
129 posicionados estrategicamente de forma a não incomodar os animais. Para obter o tempo gasto em
130 cada atividade foram utilizados relógios digitais. As variáveis comportamentais estudadas foram:

131 tempo de pastejo (PAS), tempo de ruminação (RUM), tempo de alimentação no cocho (COC) e
132 tempo em outras atividades (OUT).

133 O tempo de alimentação total (TAT) e de mastigação total (TMT) foi determinado pelas
134 equações: $TAT = PAS + COC$ e $TMT = PAS + RUM + COC$, em que: PAS (minutos) = tempo de
135 pastejo; RUM (minutos) = tempo de ruminação; COC (minutos) = tempo de alimentação no cocho.

136 A discretização das séries temporais foi realizada em planilhas de coleta de dados, com a
137 contagem dos períodos discretos de pastejo, ruminação, outras atividades e alimentação no cocho. A
138 duração média de cada um dos períodos discretos foi obtida pela divisão dos tempos diários de cada
139 uma das atividades pelo número de períodos discretos da mesma atividade.

140 Durante a ruminação, foram retiradas três repetições de mastigações méricicas, em dois
141 períodos (manhã e tarde), a fim de determinar o número de mastigações méricicas por bolo
142 ruminado (MMB) e o tempo gasto para ruminação de cada bolo (Tbo). Assim como, durante os
143 mesmos períodos de avaliação do comportamento animal, quando os animais estavam em atividade
144 de pastejo havia mais de 30 minutos, foi registrada a taxa de bocado (TxB) dos animais de cada
145 tratamento, estimada por meio do tempo gasto pelo animal para realizar 20 bocados (Hodgson,
146 1982). Para o cálculo da massa de bocado em MS (MaB_{MSF}), foi dividido o consumo diário de MS
147 da forragem pelo total de bocados diários (Jamieson & Hodgson, 1979).

148 Também foi coletado o número de bocados e o tempo por deglutição. Os resultados das
149 observações de bocados e deglutição serão registrados em seis ocasiões durante o dia, conforme
150 Santana Júnior et al. (2014), sendo três avaliações durante a manhã e três à tarde, e usados também
151 para determinar o número de bocados por dia (NBD), que é o produto entre taxa de bocado e tempo
152 de pastejo.

153 Foram calculados as eficiências de alimentação, em gramas por hora, da MS, FDN, NDT,
154 CNF e PB e eficiência de ruminação da MS e FDN, onde foi dividido o consumo do item pelo
155 tempo de alimentação total (eficiência de alimentação) ou pelo tempo de ruminação (eficiência de
156 ruminação).

157 As correlações foram feitas por meio de análise de correlações lineares de Pearson e teste 't',
158 a 0,05 de significância com auxílio do Programa de Análises Estatísticas (SAEG, versão 9.0). A
159 correlação assume valores de forma positiva e negativa. O termo correlação positiva é utilizado
160 quando o $r > 0$, e correlação negativa quando $r < 0$, sendo os valores correlacionados podendo ser
161 classificados como muito fraco, fraco, moderado, forte e muito forte (Tabela 1).

162

Tabela 1. Definição da intensidade de correlação (r)

Valor de r (+ ou -)	Interpretação
0,00 a 0,19	Correlação muito fraca
0,20 a 0,39	Correlação fraca
0,40 a 0,69	Correlação moderada
0,70 a 0,89	Correlação forte
0,90 a 1,00	Correlação muito forte

Fonte: <http://leg.ufpr.br/~silvia/CE003/node74.html>

163

164 **Resultados e Discussão**

165 Percebe-se que as correlações entre as variáveis comportamentais e características
166 produtivas de vacas lactantes resumem-se em tempo de ruminação (RUM) com produção de leite
167 (PL), apresentando uma correlação positiva moderada ($r = 0,62$) e com escore de condição corporal
168 (ECC), sendo uma correlação negativa moderada ($r = -0,40$); tempo de alimentação no cocho
169 (COC) com extrato seco desengordurado (ESD) e proteína (PTN), sendo correlações negativas
170 fracas ($r = -0,46$ e $-0,47$ respectivamente) (Tabela 2).

171 As fibras são fontes de carboidratos que, quando ingeridas pelo animal ruminante,
172 estimulam o processo de ruminação, que correlaciona positivamente com o pH ruminal,
173 proporcionando condições adequadas ao ambiente ruminal. Hills et al. (2015) enfatizam que a
174 energia metabolizável é o fator nutricional mais limitante à produção de vacas lactantes em
175 pastagem.

176 No entanto, Zhu et al. (2013) esclarecem que dietas com forrageiras de qualidade aumentam
177 a produção de leite, devido à maior disponibilidade de nutrientes quando comparadas com
178 forrageiras de baixa qualidade. Partindo desse pressuposto, a correlação positiva entre PL e RUM

Tabela 2. Correlações entre comportamento ingestivo e períodos discretos do comportamento ingestivo com características produtivas em vacas lactantes

Variável	PAS ¹		RUM ²		COC ³		OUT ⁴		TAT ⁵		TMT ⁶					
	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P				
PL ⁷	---	---	0,62	0,0005	---	---	---	---	---	---	---	---				
ECC ⁸	---	---	-0,40	0,0442	---	---	---	---	---	---	---	---				
GOR ⁹	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---				
PTN ¹⁰	---	---	---	---	-0,47	0,0094	---	---	---	---	---	---				
DENS ¹¹	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---				
ESD ¹²	---	---	---	---	-0,46	0,0110	---	---	---	---	---	---				
EST ¹³	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---				
Períodos discretos do comportamento ingestivo																
	NPP ¹⁴		NPR ¹⁵		NPC ¹⁶		NPO ¹⁷		TPP ¹⁸		TPR ¹⁹		TPC ²⁰		TPO ²¹	
PL ⁷	---	---	---	---	---	---	-0,44	0,0148	---	---	0,47	0,0088	---	---	---	---
ECC ⁸	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
GOR ⁹	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
PTN ¹⁰	---	---	---	---	-0,39	0,0256	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
DE ¹¹	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ESD ¹²	---	---	---	---	-0,38	0,0300	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
EST ¹³	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

¹Tempo de pastejo; ²Tempo de ruminação; ³Tempo de alimentação no cocho; ⁴Tempo de outras atividades; ⁵Tempo de alimentação total; ⁶Tempo de mastigação total; ⁷Produção de leite; ⁸Escore de condição corporal; ⁹Gordura; ¹⁰Proteína; ¹¹Densidade; ¹²Extrato seco desengordurado; ¹³Extrato seco total; ¹⁴Número de períodos de pastejo; ¹⁵Número de períodos de ruminação; ¹⁶Número de períodos de alimentação no cocho; ¹⁷Número de períodos em outras atividades; ¹⁸Tempo por períodos de pastejo; ¹⁹Tempo por períodos de ruminação; ²⁰Tempo por períodos no cocho; ²¹Tempo por períodos em outras atividades

180 sugere que forragem ingerida pelos animais foi de qualidade que associada com a suplementação
181 concentrada e a utilização de reservas corporais, em virtude da correlação negativa entre RUM e
182 ECC, supriu as exigências de energia para a PL.

183 Os resultados encontrados no referente estudo corroboram com os resultados de pesquisa de
184 Martins et al. (2015), que relataram correlação positiva moderada ($r = 0,45$) entre RUM e PL.

185 Percebe-se que o COC é o momento em que os animais têm acesso à dieta com maior
186 densidade energética, oriunda da suplementação concentrada. A finalidade da utilização da
187 suplementação concentrada é tentar suprir o déficit de nutrientes da pastagem para determinada
188 produção, para que ocorra posteriormente maior produção de leite. De acordo Liu et al. (2016),
189 quando os carboidratos são rapidamente fermentáveis ou alimentados com amido, há uma maior
190 produção de glicose e propionato de síntese microbiana, conduzindo sinais no corpo da vaca para
191 produzir mais leite.

192 No entanto, maior produção de leite advinda da suplementação concentrada não proporciona
193 aumento no teor de proteína do leite, sugerindo nesse caso que ocorre efeito de diluição. Ou seja, o
194 teor de proteína se mantém constante, diminuindo a proporção de proteína em relação à produção de
195 leite, fator que pode ter contribuído para a correlação negativa entre COC e PTN. Sadri et al. (2009)
196 afirmam que a suplementação concentrada exerce pouco efeito sobre o rendimento de proteína
197 microbiana no rúmen, e também a disponibilidade de aminoácido intestinal, e assim a carreamento
198 de aminoácido para a glândula mamária não é influenciado. Bem como Hills et al. (2015) afirmam
199 que as alterações necessárias no sistema endócrino para aumentar a absorção de aminoácidos pela
200 glândula mamária não são promulgadas a produção de proteína do leite, que sofre alterações.

201 A variação no teor de sólidos totais (gordura, proteína, lactose e minerais) é, em grande
202 parte, dependente das variações no teor de gordura do leite, fração com maior amplitude de
203 variação. Hills et al. (2015) explicam que o efeito da suplementação no conteúdo de gordura é
204 variado e fortemente dependente da composição concentrada. No caso do ESD, que exclui a
205 gordura, o componente com maior capacidade significativa de variação em função da dieta é a

206 proteína, que apresentou correlação negativa com COC. Nesse contexto justifica-se a correlação
207 negativa entre COC e ESD.

208 O OUT não apresentou nenhuma correlação ($P < 0,05$) com as características produtivas.
209 Esses resultados divergem dos resultados encontrados por Martins et al. (2015), que relataram
210 correlação negativa moderada ($r = -0,64$) entre PL e OUT. As divergências entre resultados podem
211 estar associadas ao sistema de manejo, composição da dieta e ao fornecimento da dieta. O aumento
212 da frequência de fornecimento do alimento possui o potencial de influenciar o comportamento
213 ingestivo, onde vacas que se alimentam com mais frequência consomem de forma mais uniforme
214 durante todo o dia e, portanto, apresentam padrões de alimentação mais desejáveis para apoiar a
215 saúde do rúmen (Hart et al., 2014).

216 Em sistemas que utilizam o pastejo para nutrir vacas lactantes, nota-se que os animais
217 determinam suas atividades comportamentais como pastejo, ruminação e o tempo destinado para
218 outras atividades. Para Gregorini (2012), animais nesse sistema exercem um comportamento
219 circadiano, onde preferencialmente pastejam durante o dia e exercem a atividade de ruminação
220 durante a noite. A não existência de correlações entre PAS, OUT, TAT e TMT e a produção de
221 leite, pode ter ocorrido devido à composição da dieta caracterizada pelo alto teor de fibra (relação
222 volumoso:concentrado de 62:38) favorecendo as condições do rúmen.

223 Visualiza-se que, assim como a variável comportamental COC, a discretização temporal do
224 NPC apresentou correlação negativa com PTN e ESD ($r = -0,38$ e $-0,39$, respectivamente (Tabela
225 2). O NPC determina a frequência com que o animal vai ao cocho e onde os animais têm acesso à
226 suplementação concentrada. Um fator preponderante que pode ter contribuído para esse resultado é
227 que a suplementação concentrada foi fornecida especificamente duas vezes ao dia e de forma
228 limitada durante o período de vinte e quatro horas.

229 Devido ao pouco tempo em que esses animais permaneceram nessa atividade, não foi
230 possível correlacionar positivamente, apesar de essa variável estar associada a componentes
231 (carboidratos não fibrosos) que promovem variações nos constituintes do leite, como a gordura do

232 leite. Isso porque a ingestão de carboidratos facilmente degradáveis pode causar mudanças na
233 produção padrão dos ácidos graxos voláteis em direção ao propionato, o que poderia limitar a
234 quantidade de acetato e butirato disponíveis para a *síntese de novo* de gordura no leite na glândula
235 mamária (Kangar et al., 2014).

236 O número de períodos em outras atividades (NPO) apresentou correlação negativa moderada
237 ($r = -0,44$) e PL. O NPO não está associado às atividades de consumo, como alimentação e
238 ruminação. A presença negativa entre PL e NPO sugere que, a partir do momento em que houve
239 aumento na PL, os animais destinaram mais tempo às atividades de consumo, o que tendia a
240 diminuir no NPO, em função das atividades comportamentais serem consideradas mutuamente
241 excludentes.

242 Para o tempo por períodos de ruminação (TPR), observou-se correlação moderada com a
243 produção de leite, ($r = 0,47$). Esse fato pode estar atrelado diretamente com a atividade de consumo,
244 promovendo uma correlação positiva com PL.

245 A taxa de bocados (TxB) apresentou correlação positiva fraca com PL ($r = 0,39$) e ECC ($r =$
246 $0,39$) (Tabela 3). Pérez-Ramirez et al. (2008) descreveram que o comportamento de forrageamento
247 é alterado via incremento na massa de bocado, taxa de bocado e tempo de pastejo durante as
248 principais refeições, para tentar manter o consumo diário de forragem. Nesse sentido, o incremento
249 na TxB pode ser um indicativo da ausência do efeito de saciedade, onde a elevação na TxB, nesse
250 estudo, pressupõe a necessidade do animal para suprir suas exigências nutricionais, para agir
251 positivamente sobre a PL e ECC.

252 Outro fator que pode ter contribuído para a correlação positiva entre TxB com PL e ECC é a
253 qualidade da dieta da forragem, através da seletividade (Soca et al., 2014), que facilita a apreensão e
254 deglutição da forragem, elevando a TxB, que posteriormente é manipulado pelas bactérias ruminais,
255 disponibilizando substratos essenciais para aumentar a PL, assim como favorecer a ECC.

Tabela 1. Correlações entre aspectos dos bocados e ruminação do comportamento ingestivo com características produtivas em vacas lactantes

Variável	TxB ¹		MaB _{MSF} ²		BDe ³		TDe ⁴		NBD ⁵			
	R	P	r	P	r	P	r	P	r	P		
PL ⁶	0,39	0,0486	---	---	---	---	0,40	0,0244	---	---		
ECC ⁷	0,39	0,0486	---	---	---	---	---	---	0,43	0,0334		
GOR ⁸	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
PTN ⁹	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
DENS ¹⁰	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
ESD ¹¹	---	---	---	---	---	---	-0,40	0,0235	---	---		
EST ¹²	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
Aspectos da ruminação do comportamento ingestivo												
Variável	MMB ¹³		TBo ¹⁴		VeM ¹⁵		TeM ¹⁶		MMnd ¹⁷		BOL ¹⁸	
	R	P	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P
PL ⁶	0,58	0,0013	0,40	0,0244	0,44	0,0123	-0,42	0,0177	0,60	0,0007	0,42	0,0178
ECC ⁷	---	---	---	---	-0,40	0,0439	---	---	-0,44	0,0304	---	---
GOR ⁸	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
PTN ⁹	---	---	---	---	0,48	0,0077	-0,50	0,0057	---	---	---	---
DENS ¹⁰	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0,36	0,0399
ESD ¹¹	---	---	---	---	0,46	0,0099	-0,48	0,0076	---	---	---	---
EST ¹²	---	---	---	---	---	---	-0,34	0,0486	---	---	---	---

¹Taxa de bocados; ²Massa de bocado em matéria seca da forragem; ³Número de bocados entre deglutições; ⁴Tempo entre deglutições; ⁵Número de bocados por dia; ⁶Produção de leite; ⁷Escore de condição corporal; ⁸Gordura; ⁹Proteína; ¹⁰Densidade; ¹¹Extrato seco desengordurado; ¹²Extrato seco total; ¹³Número de mastigações merícica por bolo; ¹⁴Tempo por bolo ruminado; ¹⁵Velocidade de mastigação; ¹⁶Tempo por mastigação merícica; ¹⁷Número de mastigações merícica por dia; ¹⁸Número de bolo ruminados por dia

257 Sugerindo que a ingestão de energia metabolizável excedeu as exigências nutricionais, as
258 taxas de lipogênese e reesterificação superior ao de lipólise, e a vaca, que está em balanço
259 energético positivo, armazenando o excesso de reservas corporais, aumentando o ECC (Roche et
260 al., 2009).

261 O tempo entre deglutições (TDe) correlacionou-se de forma positiva moderada ($r = 0,40$)
262 com a PL. A deglutição consiste em uma sequência de reflexos de contrações musculares que
263 conduz o alimento desde a cavidade bucal até o estômago. Na deglutição existe uma variabilidade
264 considerável na duração, devido à natureza do bolo.

265 Nesse contexto, no referente estudo a dieta dos animais foi caracterizada pelo alto teor de
266 fibra oriunda da forragem, que atribui a uma maior permanência do bolo alimentar na cavidade
267 bucal, para o processo como maceração e ensalivação, para posterior deglutição, onde a nível
268 ruminal o bolo alimentar esteja apto para o ataque eficiente das bactérias, o que se associa
269 positivamente com a PL.

270 O TDe apresentou correlação negativa moderada ($r = -40$) com ESD. Grande parte das
271 gramíneas tropicais apresentam teores de proteínas e minerais que podem ser insatisfatórios para o
272 atendimento das exigências dos constituintes do leite, como proteína e minerais, que compõem o
273 ESD do leite, juntamente com a lactose, que não sofre modificações significativas em função da
274 dieta. O baixo nível de proteína bruta verificado nas gramíneas tropicais é devido à via
275 fotossintética C_4 , altas proporções de caule e de feixes vasculares das folhas.

276 Em condições de pastagem, as deficiências de minerais são comuns em muitos países
277 (Kendall et al., 2012), o que afeta a interação entre o solo, planta e animal. Que de acordo Xin et al.
278 2011, independentemente da estação do ano, as concentrações de minerais são deficientes, nesse
279 contexto, o maior TDe que podemos associar ao fibrosamento da dieta da forragem que, devido às
280 deficiências supracitadas sobre proteínas e minerais, contribuíram para a correlação negativa entre
281 TDe e ESD.

282 O número de bocados por dia (NBD) apresentou correlação positiva moderada ($r = 0,43$)
283 com ECC. Como descrito anteriormente, a capacidade de seletividade do animal ruminante facilita
284 a apreensão do bolo alimentar, ao qual chamamos de bocado, o que possibilita ao animal agir
285 eficientemente. Ou seja, aumentando o NBD, que resulta em um melhor desempenho, dentre eles a
286 deposição de reservas corporais, elevando a ECC.

287 Sobre os aspectos da ruminação, registra-se que o número de mastigações merícica por bolo
288 (MMB) e o tempo por bolo ruminado (TBo) apresentou correlação positiva moderada ($r = 0,58$;
289 $0,40$ respectivamente) com PL (Tabela 3). O nível de fibra é um fator limitante para o suprimento
290 energético e, como descrito anteriormente, é o fator nutricional mais limitante à produção de vacas
291 lactantes em pastagem. Embora o conteúdo de fibras esteja inversamente proporcional, o
292 fornecimento de concentrado permite a adequada ingestão de energia para os microrganismos
293 ruminais que degradam fibra, o que contribui para a estimulação efetiva dos aspectos da ruminação
294 e, conseqüentemente, favorece a PL.

295 A velocidade de mastigação (VeM) correlacionou de forma positiva moderada com PL,
296 ESD, PTN ($r = 0,44$; $0,46$ e $0,40$, respectivamente). Quando ocorre uma maior VeM, contribui de
297 forma elementar para uma melhor manipulação dos nutrientes, através da quebra dos alimentos,
298 aumentando, nesse caso, a atuação de enzimas específicas presentes nos microrganismos ruminais.
299 Nesse sentido, os substratos originados dos microrganismos (ácidos graxos voláteis, amônia,
300 vitaminas, aminoácidos, dentre outros), são disponibilizados de forma mais eficiente para o animal
301 hospedeiro, resultando em melhor desempenho sobre as características de produção e seus
302 componentes.

303 A velocidade de mastigação merícica (VeM) apresentou correlação negativa moderada com
304 PL, ESD, PTN e negativa fraca com EST ($r = -0,42$; $-0,48$; $-0,50$; $-0,34$ respectivamente). Esse
305 resultado pode ser justificado pelo fato de que quanto menor for a VeM maior associação com a
306 fibra, como relatado é um limitante para o suprimento energético, podendo nesse caso contribuir
307 negativamente sobre as características produtivas PL, PTN, ESD e EST.

308 A densidade do leite é uma relação entre seu peso e volume (Oliveira et al., 2010) e tem uma
309 relação inversa com o teor de gordura (Brito et al., 2006). Nesse sentido a ausência de correlações
310 entre a GOR no leite e as variáveis comportamentais sugere que a DES não foi alterada em função
311 do teor de GOR no leite. A correlação positiva entre PL e BOL pode ter contribuído para a
312 correlação positiva entre DES e BOL. Essa justificativa é plausível devido a uma maior quantidade
313 de constituintes do leite (água, proteínas, minerais e vitaminas), que é proporcional a PL, onde não
314 exercem variações significativas em função da dieta e é mais denso quando comparado com a GOR
315 do leite.

316 O número de mastigações meréricas por dia (MMnd) apresentou correlação positiva
317 moderada ($r = 0,60$) com PL e negativa moderada ($r = -0,44$) com ECC, e a VeM correlacionou de
318 forma negativa moderada ($r = -40$) com EEC. Vacas lactantes, no contexto geral, priorizam a
319 produção de leite que, muitas vezes, devido ao status energético, entram no processo de
320 mobilização das reservas corporais. Nesse contexto, sugere-se que tanto a VeM e MMnd
321 correlacionou negativamente com ECC devido à priorização do status produtivo, que visa
322 principalmente a PL. Quando a necessidade de energia metabolizável é maior do que o
323 fornecimento, a taxa de lipólise e reesterificação, a vaca perde ECC, e as concentrações de β -
324 hidroxibutirato aumentam no sangue (Hills et al., 2015).

325 No que diz respeito às eficiências do comportamento ingestivo, detecta-se que somente a
326 eficiência da ruminação da matéria seca (ERMS) e eficiência da ruminação da fibra em detergente
327 neutro (ERFDN) apresentou correlação negativa moderada com PL ($r = -0,55$ e $-0,56$,
328 respectivamente) (Tabela 4).

329 É amplamente reconhecido que a eficiência de alimentação em vacas lactantes é altamente
330 desejável, em virtude dos custos com alimentação compreenderem uma grande parte dos custos
331 variáveis associados à produção de leite (Ho et al., 2013), onde a conversão eficiente de nutrientes
332 afetam diretamente a rentabilidade (Lu et al., 2015).

333

Tabela 2. Correlações entre eficiências do comportamento ingestivo e características produtivas em vacas lactantes

Variável	EAMS ¹		EAFDN ²		EANDT ³		EACNF ⁴		EAPB ⁵		ERMS ⁶		ERFDN ⁷	
	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P
PL ⁸	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-0,55	0,0021	-0,56	0,0020
ECC ⁹	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
GOR ¹⁰	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
PTN ¹¹	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
DENS ¹²	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
ESD ¹³	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
EST ¹⁴	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

¹Eficiências de alimentação da matéria seca; ²Eficiências de alimentação da fibra em detergente neutro; ³Eficiências de alimentação dos nutrientes digestíveis totais; ⁴Eficiências de alimentação dos carboidratos não fibrosos; ⁵Eficiências de alimentação da proteína bruta; ⁶Eficiências de ruminação da matéria seca; ⁷Eficiências de ruminação da fibra em detergente neutro; ⁸Produção de leite; ⁹Escore de condição corporal; ¹⁰Gordura; ¹¹Proteína; ¹²Densidade; ¹³Extrato seco desengordurado; ¹⁴Extrato seco total;

334

335 A busca de parâmetros que buscam determinar a eficiência de alimentação é de suma
336 importância para predizer os aspectos nutricionais. No entanto, corroborando com os resultados de
337 Martins et al. (2015), as eficiências da alimentação do comportamento ingestivo não apresentaram
338 correlações ($p < 0,05$) com as características produtivas.

339 A eficiência da ruminação determina a eficiência de utilização dos nutrientes pelo animal
340 ruminante. A correlação positiva da PL com ERMS e ERFDN sugere que durante o processo de
341 ruminação o animal teve uma maior capacidade de redução das partículas do alimento em uma
342 menor unidade de tempo, o que favoreceu a conversão dos nutrientes, o que influenciou
343 positivamente na PL.

344

345 Conclusão

346 Observou-se que as interações entre comportamento ingestivo e a características produtivas
347 de vacas lactantes em pastagem apresentaram de formas fraca a moderada. Quando se visa o
348 aperfeiçoamento de técnicas de manejo, através de compilação de dados para a composição de
349 possíveis equações estatísticas, percebe-se a necessidade de mais pesquisas, uma vez que estudos
350 visando a correlações com as variáveis comportamentais são escassas.

351

352 Referências

353 Al-Marashdeh, O., Gregorini, P., Edwards, G.R. 2015. Effect of time of maize silage
354 supplementation on herbage intake, milk production, and nitrogen excretion of grazing dairy cows.
355 *Journal of Dairy Science* 99: 1-10.

356 AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical*
357 *Chemists*. Washington, Association of Official Analytical Chemists, 15th ed., 369-406 p.

358 Brito, M.A., González, F.D., Ribeiro, L.A., Campos, R., Lacerda, L., Barbosa, P.R., Bergmann, G.
359 2006. Composição do sangue e do leite em ovinos leiteiros do sul do Brasil: variações na gestação e
360 na lactação. *Ciência Rural* 36: 942-948.

361 Edmonson, A.J., Lean, I.J., Weaver, L.D., Farver, T., Webster, G. 1989. A body condition scoring
362 chart for Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science* 72: 68-78.

363 Fievez, V., Colman, E., Castro-Montoya, J.M., Stefanov, I., Vlaeminck, B. 2012. Milk odd- and
364 branched-chain fatty acids as biomarkers of rumen function - an update. *Animal Feed Science and*
365 *Technology* 172: 51-65.

366 Giger-Reverdin, S., Rigalma, K., Desnoyers, M., Sauvant, D., Duvaux-Ponter, C. 2014. Effect of
367 concentrate level on feeding behavior and rumen and blood parameters in dairy goats: Relationships
368 between behavioral and physiological parameters and effect of between-animal variability. *Journal*
369 *of Dairy Science* 97:4367-4378.

370 Gregorini, P. 2012. Diurnal grazing pattern: its physiological basis and strategic management.
371 *Animal Production Science* 52: 416-430.

372 Hall, M.B. 2000. *Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-*
373 *protein nitrogen*. Gainesville: University of Florida, A25-A32 p.

374 Hart, K.D., McBride, B.W., Duffield, T.F., Devries, T.J. 2014. Effect of frequency of feed delivery
375 on the behavior and productivity of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 97: 1713-1724.

376 Hills, J.L., Wales, W.J., Dunshea, F.R., Garcia, S.C., Roche, J.R. 2015. Invited review: An
377 evaluation of the likely effects of individualized feeding of concentrate supplements to pasture-
378 based dairy cows. *Journal of Dairy Science* 98: 1-39.

379 Ho, C., Malcolm, B., Doyle, P. 2013. Potential impacts of negative associative effects between
380 concentrate supplements, pasture and conserved forage for milk production and dairy farm profit.
381 *Animal Production Science* 53: 437-452.

382 Hodgson, J. 1982. Ingestive behavior. In: LEAVER, J.D. (Ed.) *Herbage intake handbook*. Hurley:
383 British Grassland Society, 113 p.

384 Jamieson, W.S., Hodgson, J. 1979. The effect of variation in sward characteristics upon the
385 ingestive behavior and herbage intake of calves and lambs under continuous stocking management.
386 *Grass and Forage Science* 34: 273-281.

387 Johnson, A.D. 1978. Sample preparation and chemical analysis of vegetation. In: MANNETJE, L.
388 (Ed.). *Measurement of grassland vegetation and animal production*. Aberystwyth: Commonwealth
389 Agricultural Bureaux, 96-102 p.

390 Kargar, S., Ghorbani, G.R., Khorvash, M., Sadeghi-Sefidmazgi, A., Schingoethe, D.J. 2014.
391 Reciprocal combinations of barley and corn grains in oil-supplemented diets: Feeding behavior and
392 milk yield of lactating cows. *Journal of Dairy Science* 97: 7001-7011.

393 Kendall, N.R., Mackenzie, A.M., Telfer, S.B. 2012. The trace element and humoral immune
394 response of lambs administered a zinc, cobalt and selenium soluble glass bolus. *Livestock Science*
395 148: 81-86.

396 Licitra, G., Hernandez, T.M., Van Soest, P.J. 1996. Standardization of procedures for nitrogen
397 fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology* 57: 347-358.

398 Liu, S., Zhang, R., Kang, R., Meng, J., Ao, C. 2016. Milk fatty acids profiles and milk production
399 from dairy cows fed different forage quality diets. *Animal Nutrition Journal* 2: 329-333.

400 Lu, Y., Vandehaar, M.J., Spurlock, D.M., Weigel, K.A., Armentano, L.E., Staples, C.R., Connor,
401 E.E. 2015. An alternative approach to modeling genetic merit of feed efficiency in dairy cattle.
402 *Journal of Dairy Science* 98: 6535-6551.

403 Martins, S.C.S.G., Carvalho, G.G.P., Pires, A.J.V., Silva, R.R., Leite, L.C., Nicory, I.M.C. 2015.
404 Correlação entre produção e composição do leite e comportamento ingestivo de vacas lactantes

405 alimentadas com dietas contendo silagens de cana-de-açúcar. *Semina: Ciências Agrárias* 36: 2155-
406 2164.

407 National Research Council. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. Washington: National
408 Research Council, 7. ed., 381.

409 Oliveira, E.N.A., Santos, D.C., Oliveira, A.S., Sousa, F.C. 2010. Composição físico-química de
410 leites em diferentes fases de lactação. *Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambiental* 8: 409-
411 415.

412 Pembleton, K.G., Hills, J.L., Freeman, M.J., McLaren, D.K., French, M., Rawnsley, R.P. 2016.
413 More milk from forage: Milk production, blood metabolites, and forage intake of dairy cows
414 grazing pasture mixtures and spatially adjacent monocultures. *Journal of Dairy Science* 99: 1-17.

415 Pérez-Ramírez, E., Delagarde, R., Delaby, L. 2008. Herbage intake and behavioural adaptation of
416 grazing dairy cows by restricting time at pasture under two feeding regimes. *Animal* 2: 1384-1392.

417 Roca-Fernandez, A.I., Ferris, C.P., Gonzalez-Rodriguez, A. 2013. Short communication:
418 Behavioural activities of two dairy cow genotypes (Holstein-Friesian vs. Jersey x Holstein-Friesian)
419 in two milk production systems (grazing vs. confinement). *Span Journal Agriculture Research* 11:
420 120-126.

421 Roche, J.R., Turner, L.R., Lee, J.M., Edmeades, D.C., Donaghy, D.J., Macdonald, K.A., Penno,
422 J.W., Berry, D.P. 2009. Weather, herbage quality and milk production in pastoral systems. 2.
423 Temporal patterns and intra-relationships in herbage quality and mineral concentration parameters.
424 *Animal Production Science* 49: 200-210.

425 Sadri, H., Ghorbani, G.R., Rahmani, H.R., Samie, A.H., Khorvash, M., R. M. Bruckmaier, R.M.
426 2009. Chromium supplementation and substitution of barley grain with corn: Effects on
427 performance and lactation in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science* 92: 5411-5418.

428 Santana Júnior, H.A., Silva, R.R., Carvalho, G.G.P., Silva, F.F., Costa, P.B., Mendes, F.B.L.,
429 Pinheiro, A.A., Santana, E.O.C., Abreu Filho, G., Trindade Júnior, G. 2014. Metodologias para

430 avaliação do comportamento ingestivo de novilhas suplementadas a pasto. *Semina: Ciências*
431 *Agrárias*, 35: 1475-1478.

432 Schären, M., Jostmeier, S., Ruesink, S., Hüther, L.; Frahm, J., Bulang, M., Meyer, U., Rehage, J.,
433 Isselstein, J., Breves, G., Dänicke, S. 2016. The effects of a ration change from a total mixed ration
434 to pasture on health and production of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 99: 1-18.

435 Soca, P., González, H., Manterola, H., Bruni, M., Mattiauda, D., Chilibroste, P., Gregorini, P. 2014.
436 Effect of restricting time at pasture and concentrate supplementation on herbage intake, grazing
437 behaviour and performance of lactating dairy cows. *Livestock Science* 170: 35-42.

438 Weiss, W.P., Conrad, H.R., Pierre, N.R.S. 1992. A theoretically-based model for predicting total
439 digestible nutrient values of forages and concentrates. *Animal Feed Science and Technology* 39: 95-
440 110.

441 Xin, G.S., Long, R.J., Guo, X.S., Irvine, J., Ding, L.M., Ding, L.L., Shang, Z. 2011. Blood mineral
442 status of grazing Tibetan sheep in the Northeast of the Qinghai–Tibetan Plateau. *Livestock Science*
443 136: 102-107.

444 Zhu, W., Fu, Y., Wang, B., Wang, C., Ye, J., Wu, Y. 2013. Effects of dietary forage sources on
445 rumen microbial protein synthesis and milk performance in early lactating dairy cows. *Journal of*
446 *Dairy Science* 96: 1727-1734.

447

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dado o exposto, os resultados dessa pesquisa desmistifica, em grande parte, a hipótese de que os níveis de BCAD exercem efeitos significativos sobre as variáveis comportamentais de vacas lactantes em pastagens tropicais, sugerindo que, com animais sob essas condições, não há necessidade de manipulação da dieta com BCAD através do tamponante NaHCO_3 , demonstrando-se capazes de manter as condições adequadas do ambiente ruminal.

A presença de correlações fracas e moderadas, bem como a ausência de correlações das variáveis comportamentais com as variáveis nutricionais e produtivas, sugerem que as mesmas não podem ser utilizadas para prever as variáveis nutricionais e produtivas, no sentido de contribuir com o aperfeiçoamento de técnicas de manejo para vacas lactantes em pastagem.

No entanto, houve a presença de correlações fortes com algumas variáveis, onde podemos destacar a massa do bocado em matéria seca da forragem e as eficiências do comportamento ingestivo. Então, nesse contexto, é possível a seleção dessas variáveis, com a finalidade da sua utilização para promover modelos matemáticos visando a prever as variáveis nutricionais e produtivas.