

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE DOUTORADO

FONTES DE FIBRA FÍSICAMENTE EFETIVA NA DIETA DE
BOVINOS DE CORTE

Marcus Vinicius Garcia Niwa

CAMPO GRANDE, MS
2022

2022		FONTES DE FIBRA FISICAMENTE EFETIVA NA DIETA DE BOVINOS DE CORTE		NIWA
------	--	---	--	-------------

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE DOUTORADO**

**FONTES DE FIBRA FISICAMENTE EFETIVA NA DIETA DE
BOVINOS DE CORTE**
PHYSICALLY EFFECTIVE FIBER SOURCES IN THE BEEF CATTLE DIET

Marcus Vinicius Garcia Niwa

Orientador: Prof. Dr. Luís Carlos Vinhas Ítavo

Tese apresentada à
Universidade Federal de Mato
grosso do Sul, como requisito
à obtenção do título de
Doutor em Ciência Animal.
Área de concentração:
Produção Animal.

CAMPO GRANDE, MS 2022

Certificado de aprovação (fornecido pela secretaria)

Resumo

NIWA, M.V.G. Fontes de fibra fisicamente efetiva na dieta de bovinos de corte. 2022. 78 f. Tese - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2022.

O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos de dietas com diferentes níveis de fibra provenientes de forragem no metabolismo e desempenho de bovinos de corte em terminação em confinamento. No estudo de metabolismo foram utilizados 4 novilhos cruzados ($514 \pm 4,54$ kg de peso corporal) castrados e canulados no rúmen, sendo estes distribuídos aleatoriamente entre os tratamentos experimentais em delineamento quadrado latino 4 x 4. Os tratamentos foram dietas com os seguintes níveis de fibra proveniente de silagem de milho: 9,5%, 5,5%, 2,5% e 0,0%. Foram avaliadas as variáveis de consumo de nutrientes, digestibilidade aparente, parâmetros ruminais, parâmetros sanguíneos e parâmetros comportamentais dos bovinos de corte confinados. O consumo de MS, MO, PB, EE, FDN, FDN_{8mm}, FDN_{1,18mm} apresentaram comportamento quadrático ($P \leq 0,05$). A digestibilidade da PB apresentou comportamento linear ($P \leq 0,05$) e a digestibilidade da FDN apresentou comportamento quadrático ($P \leq 0,05$). O pH ruminal apresentou comportamento linear ($P \leq 0,05$), a produção de AGV (mmol/L) e as proporções de acetato, propionato e butirato no líquido ruminal apresentaram comportamento quadrático ($P \leq 0,05$). Os parâmetros comportamentais apresentaram comportamento quadrático ($P \leq 0,05$) para tempo em ócio e ruminação. Portanto, dieta com FDN de forragem de 5,6% da MS maximizou o CMS, entretanto apresentaram maior desafio ruminal em termos de pH. No estudo de desempenho foram utilizados 24 novilhos Nelore com $330 \pm 4,54$ kg de peso corporal (PC). Os animais foram confinados em baias individuais, e distribuídos aleatoriamente entre os tratamentos que foram dieta com 9,5%; 5,5%; 2,5%; e 0,0% de FDN proveniente de silagem de milho. Os animais ficaram em confinamento durante 114 dias, e foram avaliados ao longo deste período, o consumo de nutrientes, ganho de peso, conversão alimentar, características de carcaça e carne dos animais. Foi detectado efeito quadrático para consumo de MS, PB, EE, FDN, FDN_{8mm} e FDN_{1,18 mm}. Foi detectado efeito quadrático para ganho médio diário (GMD) e conversão alimentar (CA). Não foram detectados efeitos para peso inicial, peso final, peso de carcaça quente, rendimento de carcaça, profundidade interna e externa, comprimento de carcaça, pH, espessura de gordura subcutânea, área de olho de lombo, e cor da carne e gordura dos animais. Embora a concentração de FDN de forragem não tenha afetado as

características de carcaça, cor da gordura e da carne, níveis entre 3,85 até 5,10% de FDN de forragem, melhoram o desempenho produtivo de novilhos Nelore confinados.

Palavras-chave: confinamento; forragem; silagem de milho; terminação; volumoso.

Abstract

NIWA, M.V.G. Physically effective fiber sources in the cut cattle diet. 2022. 78 f. Tese - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2022.

The objective of this work was to evaluate the effects of diets with different levels of fiber from forage on the metabolism and performance of finishing beef cattle in feedlot. In the metabolism study, 4 crossbred steers (514 ± 4.54 kg of body weight) castrated and cannulated in the rumen were used, and these were randomly distributed among the experimental treatments in a 4 x 4 Latin square design. The treatments were diets with the following levels of fiber from corn silage: 9.5%, 5.5%, 2.5% and 0.0%. The variables of nutrient intake, apparent digestibility, ruminal parameters, blood parameters and behavioral parameters of confined beef cattle were evaluated. The consumption of DM, MO, PB, EE, FDN, FDN_{8mm}, FDN_{1.18mm} showed a quadratic behavior ($P \leq 0.05$). The CP digestibility showed a linear behavior ($P \leq 0.05$) and the NDF digestibility showed a quadratic behavior ($P \leq 0.05$). Ruminal pH showed a linear behavior ($P \leq 0.05$), VFA production (mmol/L) and the proportions of acetate, propionate and butyrate in the rumen fluid showed a quadratic behavior ($P \leq 0.05$). Behavioral parameters showed quadratic behavior ($P \leq 0.05$) for idle time and rumination. Therefore, diets with forage NDF between 5.5 and 2.5% of DM maximized DMI, however they presented greater rumen challenge in terms of pH. In the performance study, 24 Nellore steers weighing 330 ± 4.54 kg of body weight (BW) were used. The animals were confined in individual pens, and randomly distributed among treatments that were 9.5% diet; 5.5%; 2.5%; and 0.0% NDF from corn silage. The animals were kept in feedlot for 114 days, and throughout this period, nutrient intake, weight gain, feed conversion, carcass and meat characteristics of the animals were evaluated. Quadratic effect was detected for dry matter (DM), crude protein, ether extract, NDF, and effective NDF intake (NDF_{ef8mm} and NDF_{ef1.18 mm}). Quadratic effect was detected for average daily gain (GMD) and feed conversion (CA). Linear and quadratic effects were not detected for initial weight, final weight, hot carcass weight, carcass yield, internal and external depth, carcass length, pH, subcutaneous fat thickness, ribeye area, and meat color and animal fat. Although forage NDF concentration did not affect carcass characteristics, fat and meat color, levels between 3.85 to 5.10% forage NDF improve the productive performance of confined Nellore steers.

Keywords: corn silage; feedlot; finishing cattle; roughage

INTRODUÇÃO	7
LITERATURA CITADA	8
REVISÃO DE LITERATURA	11
Fibra na alimentação de bovinos de corte.....	11
Fibra efetiva e fibra fisicamente efetiva.....	13
Utilização da fibra em confinamentos.....	16
Fontes de fibra não provenientes de forragem para bovinos de corte.....	18
Exigências de fibras para bovinos de corte.....	19
Desafios da dieta sem forragem.....	21
Literatura citada.....	23
ARTIGO 1 - NÍVEIS DE FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO PROVENIENTE DE FORRAGEM SOBRE O METABOLISMO DE BOVINOS DE CORTE CONFINADOS	30
Resumo.....	30
Introdução.....	32
Material e métodos.....	33
Resultados.....	35
Discussão.....	36
Conclusões.....	40
Agradecimentos.....	41
Referências.....	41
ARTIGO 2 - NÍVEIS DE FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO PROVENIENTE DE FORRAGEM SOBRE O DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA DE NOVILHOS NELORE CONFINADOS	54
Resumo.....	55
Introdução.....	56
Material e métodos.....	57
Resultados.....	60
Discussão.....	60
Conclusões.....	65
Agradecimentos.....	65
Referências.....	66
CONSIDERAÇÕES FINAIS DA TESE	78

INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior rebanho bovino sendo o segundo maior produtor de carne mundial, com mais de 187 milhões de animais (13% do rebanho mundial), produzindo 10,2 milhões de toneladas equivalente carcaça (14% da produção mundial). Do total de animais abatidos em 2020, 6,48 milhões eram provenientes de sistemas com confinamentos (15,62% do abate total) (ABIEC, 2021).

O confinamento é ferramenta de grande importância para obtenção do atendimento das exigências nutricionais através da manipulação nutricional, resultando em redução da idade de abate dos animais e ainda possibilitando obtenção de quantidade e qualidade de gordura (Wada et al., 2008). De modo geral, dietas de confinamento utilizam maior quantidade de concentrado, visando atender as exigências nutricionais, aumentar a eficiência alimentar e de produção, aumentar o rendimento de carcaça, diminuir o custo de alimentação, e reduzir o impacto ambiental (Granja-Salcedo et al., 2016). Com a maior participação de concentrado diminui-se a metanogênese por kg de alimento ingerido, pois a fermentação dos alimentos concentrados é direcionada para produção de propionato, enquanto a fermentação de alimentos fibrosos resulta na produção de acetato, butirato e metano (Martin et al. 2010; Doreau et al. 2011). Além destes fatores, o custo por megacaloria de ELM (Energia líquida para manutenção) e ELG (Energia líquida para ganho), a eficiência e custos operacionais tendem ao uso de dietas com alto teor de concentrado (Brown et al., 2006; Oliveira e Millen, 2014).

Segundo levantamento realizado por Pinto e Millen (2018) sobre recomendações nutricionais e práticas de manejo adotadas por nutricionistas de confinamento no Brasil, a média de inclusão de volumoso nas dietas de terminação foi de 20,6% na MS, sendo a silagem de milho citada pela maioria dos nutricionistas (63,6%) como fonte de volumoso. De maneira geral, as fontes de volumoso são adicionadas nas dietas para terminação em confinamento para manter a saúde ruminal, estimular o consumo de MS e energia (Galyean e Defoor, 2003; Nagaraja e Lechtenberg, 2007; Arelovich et al., 2008).

Entretanto, apesar das vantagens na eficiência produtiva, manejo operacional, custos e densidade calórica, o nível de volumoso na dieta deve ser otimizado para evitar distúrbios digestivos (Turgeon et al., 2010). Com a menor relação volumoso:concentrado o valor do pH ruminal será menor, sendo que valores mais ácidos que 5,8 por mais que 5,24 horas por dia devem ser evitados, pois podem resultar na diminuição do consumo de nutrientes, utilização de nutrientes, menor atividade de microrganismos fibrolíticos, e menor fermentação e digestão da fibra dietética por consequência de acidose ruminal sub-aguda (Zebeli et al., 2008;

34 González et al. 2012). Valores de pH mais ácidos são resultados do alto teor de alimentos
35 fermentáveis, acúmulo dos produtos da fermentação (ácidos graxos voláteis), e do teor
36 insuficiente volumoso ou de volumoso com baixa quantidade de fibra fisicamente efetiva
37 (Beauchemin et al., 2003).

38 O NRC (2001) recomenda que o teor de FDN da dieta deve ser de no mínimo 25% da
39 MS, sendo 75% deste requerimento de origem de forragem. Além do FDN, existe o conceito
40 de fibra fisicamente efetiva (FDNfe), que é definida como a fração da FDN que estimula a
41 ruminação, que por consequência estimularia a secreção de saliva e tamponamento pH
42 ruminal, evitando ambiente ruminal desfavorável para o máximo desempenho animal (Allen,
43 1997; Mertens, 1997). Mertens (1997) propôs que a FDNfe dos alimentos pode ser estimada
44 multiplicando o teor de FDN do alimento pela proporção que é retida em peneira de 1,18 mm,
45 pressupondo que o FDN seja uniforme entre as diferentes partículas. Segundo Fox e Tedeschi
46 (2002) a recomendação de FDNfe em dietas com alta densidade energética para manter pH
47 acima de 5,7 é de 7 a 10% da MS. Porém, se o objetivo for maximizar a digestibilidade e
48 utilização da forragem, o requerimento seria de no mínimo 20% de FDNfe na MS.

49 Forragens com mesmo tamanho de partícula podem apresentar capacidade de estimular
50 mastigação de forma diferente (Mertens, 1997). Além disso, geralmente os requerimentos de
51 FDNfe são atendidos utilizando forragens, entretanto subprodutos fibrosos podem se
52 enquadrar como fonte alternativa de FDNfe (Harvatine et al., 2002). A importância das
53 propriedades físicas da fibra na dieta de terminação de bovinos de corte em confinamento está
54 bem definida, mas o requerimento mínimo, características da fibra dietética e fontes de FDNfe
55 na dieta de bovinos de corte ainda são controversos e ainda não estão definidos (Sari et al.,
56 2015; Gentry et al., 2016).

57 Portanto, o objetivo deste trabalho é avaliar diferentes níveis de fibra em detergente
58 neutro proveniente de forragem na dieta de bovinos de corte confinados sobre o consumo,
59 parâmetros sanguíneos, ruminais, comportamentais, digestibilidade aparente e desempenho
60 produtivo.

61

62

LITERATURA CITADA

63 ABIEC. 2021. Beef Report: Perfil da Pecuária no Brasil 2021. Disponível em:
64 <http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2021>.

65

66 ALLEN, M.S. 1997. Relationship between fermentation acid production in the rumen
67 and the requirement for physically effective fiber. **Journal of dairy science**, v. 80, n. 7, p.
68 1447-1462. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76074-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76074-0).

69

70 ARELOVICH, H. M.; ABNEY, C. S.; VIZCARRA, J. A.; GALYEAN, M. L. 2008.
71 Effects of dietary neutral detergent fiber on intakes of dry matter and net energy by dairy and
72 beef cattle: Analysis of published data. **The Professional Animal Scientist**, 24: 375–383.

73
74 BEAUCHEMIN, K. A.; YANG, W. Z.; RODE, L. M. 2003. Effects of particle size of
75 alfalfa-based dairy cow diets on chewing activity, ruminal fermentation, and milk
76 production1. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 2, p. 630-643.
77 [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73641-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73641-8).

78
79 BROWN, M. S.; PONCE, C. H.; PULIKANTI, R. 2006. Adaptation of beef cattle to
80 high-concentrate diets: Performance and ruminal metabolism. **Journal of Animal Science**, v.
81 84, n. suppl_13, p. E25-E33. https://doi.org/10.2527/2006.8413_supplE25x.

82
83 DOREAU, M.; VAN DER WERF, H. M. G.; MICOL, D.; DUBROEUCQ, H.;
84 AGABRIEL, J.; ROCHETTE, Y.; MARTIN, C. 2011. Enteric methane production and
85 greenhouse gases balance of diets differing in concentrate in the fattening phase of a beef
86 production system. **Journal of Animal Science**, 89(8), 2518-2528.
87 <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3140>.

88
89 FOX, D. G. E TEDESCHI, L. O. 2002. Application of physically effective fiber in diets
90 for feedlot cattle. Disponível em:
91 [https://www.researchgate.net/publication/241758477_Application_of_Physically_Effective_F](https://www.researchgate.net/publication/241758477_Application_of_Physically_Effective_Fiber_in_Diets_for_Feedlot_Cattle)
92 [iber_in_Diets_for_Feedlot_Cattle](https://www.researchgate.net/publication/241758477_Application_of_Physically_Effective_Fiber_in_Diets_for_Feedlot_Cattle).

93
94 GALYEAN, M. L.; DEFOOR, P. J. 2003. Effects of roughage source and level on
95 intake by feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, 81(E. Suppl. 2):E8–E16.
96 https://doi.org/10.2527/2003.8114_suppl_2E8x.

97
98 GENTRY, W. W.; WEISS, C. P.; MEREDITH, C. M.; MCCOLLUM, F. T.; COLE, N.
99 A.; JENNINGS, J. S. 2016. Effects of roughage inclusion and particle size on performance
100 and rumination behavior of finishing beef steers. **Journal of animal science**, v. 94, n. 11, p.
101 4759-4770. <https://doi.org/10.2527/jam2016-1406>.

102
103 GONZÁLEZ, L. A.; MANTECA, X.; CALSAMIGLIA, S.; SCHWARTZKOPF-
104 GENSWEIN, K. S.; FERRET, A. 2012. Ruminal acidosis in feedlot cattle: Interplay between
105 feed ingredients, rumen function and feeding behavior (a review). **Animal Feed Science and**
106 **Technology**, v. 172, n. 1-2, p. 66-79. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.12.009>.

107
108 GRANJA-SALCEDO, Y.T.; RIBEIRO JÚNIOR, C. S.; DE JESUS, R.B.; GOMEZ-
109 INSUASTI, A. S.; RIVERA, A.R.; MESSANA, J.D.; CANESIN, R.C.; BERCHIELLI, T.T.
110 2016. Effect of different levels of concentrate on ruminal microorganisms and rumen
111 fermentation in Nellore steers. **Archives of animal nutrition**, v. 70, n. 1, p. 17-32.
112 <https://doi.org/10.1080/1745039x.2015.1117562>.

113
114 HARVATINE, D.I.; WINKLER, J.E.; DEVANT-GUILLE, M.; FIRKINS, J.L.; ST-
115 PIERRE, N.R.; OLDICK, B.S.; EASTRIDGE, M.L. 2002. Whole linted cottonseed as a
116 forage substitute: Fiber effectiveness and digestion kinetics. **Journal of Dairy Science**, v.85,
117 n.8, p.1988-1999. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74275-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74275-6).

118

- 119 MARTIN, C.; MORGAVI, D. P.; DOREAU, M. 2010. Methane mitigation in
120 ruminants: from microbe to the farm scale. **Animal**, 4(3), 351-365.
121 <https://doi.org/10.1017/S1751731109990620>.
122
- 123 MERTENS, D. R. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy
124 cows. **Journal of dairy science**, v. 80, n. 7, p. 1463-1481. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(97\)76075-2](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(97)76075-2).
125
126
- 127 NAGARAJA, T. G.; LECHTENBERG, K. F. 2007. Acidosis in feedlot cattle.
128 Veterinary Clinics of North America: **Food Animal Practice**, 23(2), 333-350.
129 <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.04.002>.
130
- 131 NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 2001. Nutrient requirements of dairy
132 cattle. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press.
133
- 134 OLIVEIRA, C.A.; MILLEN, D.D. 2014. Survey of the nutritional recommendations
135 and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. **Anim. Feed Sci.**
136 v.197. p. 64–75.
137
- 138 PINTO, A. C. J.; MILLEN, D. D. 2018. Nutritional recommendations and management
139 practices adopted by feedlot cattle nutritionists: the 2016 brazilian survey. **Canadian Journal**
140 **of Animal Science**. v. 99, p. 392-407.
141
- 142 SARI, M.; FERRET, A.; CALSAMIGLIA, S. 2015. Effect of pH on in vitro microbial
143 fermentation and nutrient flow in diets containing barley straw or non-forage fiber sources.
144 **Animal Feed Science and Technology**, v. 200, p. 17-24.
145 <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.11.011>.
146
- 147 TURGEON, O. A.; SZASZ, J. I.; KOERS, W. C.; DAVIS, M. S.; VANDER POL, K. J.
148 2010. Manipulating grain processing method and roughage level to improve feed efficiency in
149 feedlot cattle. **Journal of animal science**, v. 88, n. 1, p. 284-295.
150 <https://doi.org/10.2527/jas.2009-1859>.
151
- 152 WADA, F. Y.; PRADO, I. N.; SILVA, R. R.; MOLETTA, J. L.; VISENTAINER, J. V.;
153 ZEOULA, L. M. Grãos de linhaça e de canola sobre o desempenho, digestibilidade aparente e
154 características de carcaça de novilhas nelore terminadas em confinamento. **Ciência Animal**
155 **Brasileira**, v. 9, n. 4, p. 883-895, 2008.
156
- 157 ZEBELI, Q.; DIJKSTRA, J.; TAJAJ, M.; STEINGASS, H.; AMETAJ, B. N.;
158 DROCHNER, W. 2008. Modeling the adequacy of dietary fiber in dairy cows based on the
159 responses of ruminal pH and milk fat production to composition of the diet. **Journal of Dairy**
160 **Science**, v. 91, n. 5, p. 2046-2066. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0572>.
161

REVISÃO DE LITERATURA

162

163

164 **Fibra na alimentação de bovinos de corte**

165

166 Os alimentos fibrosos, são fontes de carboidratos, utilizados por microrganismos
167 presentes no aparelho digestivo de animais ruminantes e sua importância se deve ao fato de
168 fornecer substrato energético aos microrganismos e ao animal (Van Soest, 1994; Lima, 2003).

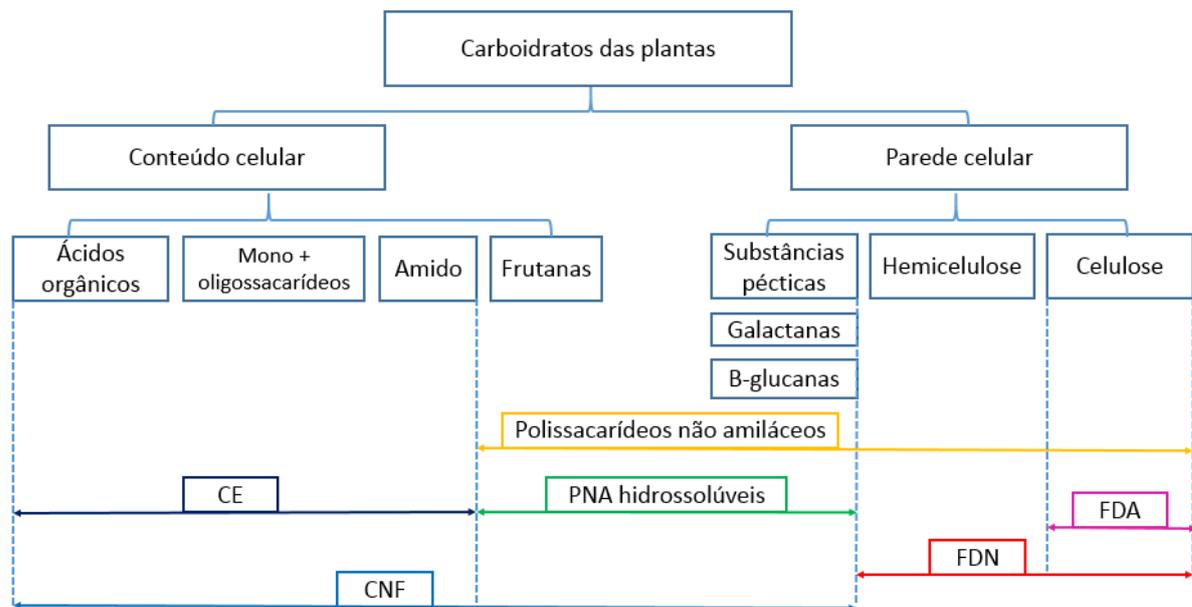
169 Segundo Mertens (1992), a classificação dos carboidratos em carboidratos estruturais
170 (CE) e não estruturais (CNE) é relacionada diretamente a função dessas frações
171 desempenhada na planta, onde os CE estão relacionados com a parede celular (PC) e
172 compreende as frações: celulose, hemicelulose, lignina, pectina, compostos fenólicos e
173 proteínas, sendo responsável principalmente pelo crescimento e desenvolvimento da planta. A
174 parede celular dos carboidratos concentra cerca de 30 – 80% da MS das plantas forrageiras,
175 sendo os principais responsáveis pela qualidade nutritiva dos alimentos volumosos (Gerón,
176 Cabral e Trautmann-Machado, 2014). Enquanto os CNE estão presentes no conteúdo celular,
177 fornecendo suporte de reserva energética para crescimento, reprodução e sobrevivência das
178 plantas em períodos de estresse. Nutricionalmente os carboidratos são divididos em duas
179 categorias: fibrosos (CF) e não fibrosos (CNF), onde os CF são compostos por celulose e
180 hemicelulose e possuem degradação mais lenta, enquanto os CNF compostos por frações
181 como o amido, açúcares e pectina, que são degradados mais rapidamente (Mertens, 1992).

182 A composição da fibra alimentar, pode limitar o consumo de matéria seca e de energia
183 pelo animal, portanto, para que a ingestão de matéria seca e demais nutrientes seja adequada,
184 é necessário que a dieta contenha pequena quantidade de fibra e que essa seja de boa
185 qualidade (Nussio, Campos e Lima, 2011).

186 Segundo Detmann et al. (2003) quando a densidade energética é mais baixa, como é o
187 caso de dietas à base de volumosos, o consumo poderá ser limitado pelo efeito do enchimento.
188 Assim, os fatores envolvidos na conversão de forragens em produtos animais são: o consumo
189 de matéria seca ou de energia; a digestibilidade e as eficiências de conversão da energia
190 digestível a energia metabolizável e por fim em energia líquida (Waldo, 1986). Dentre esses
191 fatores, a ingestão de matéria seca está diretamente relacionada ao desempenho do animal,
192 pois a ingestão de nutrientes necessários garante o suprimento das exigências de manutenção e
193 de produção (Noller, Nascimento & Queiroz, 1996).

194 De acordo com Lima (2003) existem três métodos para a determinação da fibra, sendo
195 fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). O

196 método de detergentes foi proposto por Van Soest (1963), para a determinação da qualidade
 197 das forragens e foi baseado na separação das diversas frações dos constituintes químicos nas
 198 forrageiras, por meio de reagentes específicos. A FDN é constituída de celulose,
 199 hemicelulose, lignina, proteína danificada pelo calor e matéria mineral (cinzas).
 200 Posteriormente Van Soest (1967) desenvolveu o detergente ácido, onde a FDA é constituída
 201 de celulose, lignina, proteína danificada pelo calor e minerais. A diferença entre a FDN e a
 202 FDA revela a concentração de hemicelulose (Figura 1).



203
 204 Figura 1 – Esquema dos carboidratos da planta segundo a divisão proposta do modelo de
 205 Cornell (adaptado de Fox et al., 2000)

206
 207 A fibra de detergente neutro (FDN) contém três frações classificadas de acordo com a
 208 cinética da digestão no rúmen: digestível, potencialmente digestível e indigestível. A fração
 209 potencialmente digestível desaparece do rúmen por digestão e passagem. A fração
 210 indigestível não fornece nutrientes aos ruminantes, passando sem digerir e sendo excretadas
 211 via fezes (Waldo, Smith & Cox, 1972). Em geral, forragens de baixa qualidade, como palhas
 212 ou bagaço, têm uma fração indigestível mais alta.

213 Diversos fatores podem influenciar a dinâmica de degradação e o fluxo da FDN pelo
 214 trato digestório como o tamanho das partículas, taxa de redução das partículas, proporção das
 215 frações potencialmente digestíveis (FDNpd) e indigestíveis (FDNi), gravidade específica
 216 funcional, proporção de forragem vs. concentrado, tipo de forragem e suas espécies, estágio
 217 de maturidade da planta, e população microbiana ruminal (Allen & Mertens, 1988; Moore &
 218 Jung, 2001; Rodríguez, Saliba e Guimarães-Júnior, 2007; Kuoppala et al., 2010).

219

Fibra efetiva e fibra fisicamente efetiva

221

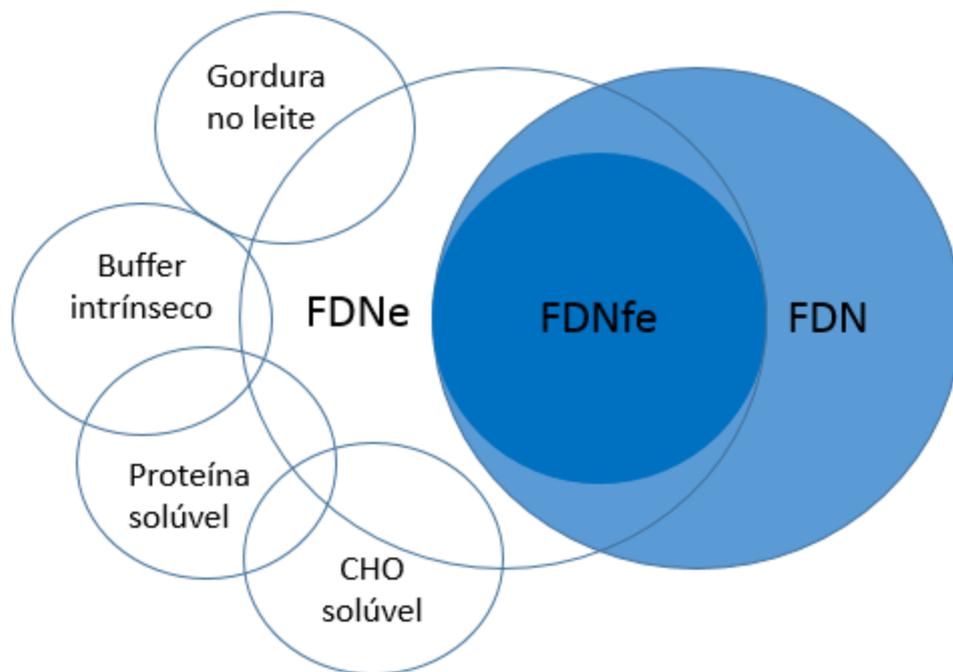
222 O conceito de fibra efetiva (FDNe) foi desenvolvido por nutricionistas para formular
223 rações para vacas leiteiras que mantivessem o percentual de gordura do leite (Mertens, 1986;
224 Mertens, 1997), e é dependente do tamanho de partícula, capacidade tampão, taxa de
225 fermentação e outras características intrínsecas ao componente da fibra. A eficácia da fibra de
226 um alimento específico para manter a produção de gordura do leite foi estimada em relação à
227 fibra de um alimento padrão ou de referência (Mertens, 2002). Os valores de fibra efetiva
228 foram baseados em vários padrões, como torta de algodão (Harris, 1984), feno (Gleaves et al.,
229 1973; Milligan et al., 1981), ou silagem de alfafa (Clark e Armentano, 1993; Swain e
230 Armentano, 1994), o que dificultou o uso desses sistemas em toda a gama de alimentos
231 fornecidos a ruminantes.

232 De modo geral, para estimar o teor de FDNe para bovinos de corte, é necessário
233 primeiro encontrar o teor de FDN, na sequência com o auxílio de um conjunto de peneiras
234 (“Penn State Particle Separator”) é então estimado o valor de FDNe, sendo considerada fibra
235 efetiva aquela retida na peneira de 1,18mm. Em seguida, o método foi ajustado pela
236 densidade da partícula, grau de hidratação e lignificação (Mertens, 1997). Entretanto este
237 método ainda apresenta alto grau de subjetividade e baixa padronização, tornando difícil sua
238 aplicação para formular dietas por nutricionistas.

239 Segundo Mertens (2002) as forragens são alimentos grossos e volumosos, ricos em
240 fibras. O aspecto único do termo volumoso é que ele implica textura, uma propriedade física
241 dos alimentos. Se uma alimentação com alto teor de fibra for moída, ela perderá sua
242 propriedade volumosa. Biologicamente, as forragens são alimentos grossos e ricos em fibras
243 que estimulam ou exigem mastigação, influenciam a taxa de passagem e a natureza bifásica
244 do rúmen (Mertens, 2002). Embora Mertens (1986) tenha relacionado o valor do volumoso à
245 eficiência da fibra na estimulação da atividade de mastigação, a definição tradicional de fibra
246 efetiva estava relacionada à capacidade da fibra de manter a produção de gordura do leite ou a
247 saúde animal (Gleaves et al., 1973; Milligan et al., 1981; Harris, 1984; Clark e Armentano,
248 1993; Swain e Armentano, 1994). Dentre o exposto, vale ressaltar que são muitos os fatores
249 que afetam o teor de gordura no leite (Bauman et al., 2006) e este é um parâmetro sem
250 importância na terminação de bovinos de corte em confinamento.

251 Para esclarecer esses conceitos, Mertens (1997) propôs definições tanto para FDNe
252 quanto para FDN fisicamente efetiva (FDNfe). O FDNfe de um alimento está relacionado às
253 propriedades físicas de sua fibra (principalmente tamanho de partícula) que estimula a

254 atividade de mastigação e estabelece a estratificação bifásica do conteúdo ruminal (fase sólida
 255 flutuante “MAT” onde se encontram grandes partículas, e fase líquida “pool” com pequenas
 256 partículas). O FDNe está relacionado à soma total da capacidade de um alimento em substituir
 257 a forragem de modo que o percentual de gordura no leite seja efetivamente mantido. Como
 258 FDNfe se relaciona apenas às propriedades físicas da fibra, é um termo e conceito mais
 259 restrito do que o FDNe de maneira que o FDNfe será sempre menor que o FDN, enquanto o
 260 FDNe pode ser menor ou maior do que a concentração de FDN em um alimento (Figura 2).



261
 262 Figura 2 – Ilustração da relação entre FDN, FDN fisicamente efetiva e FDN efetiva (adaptado
 263 de Mertens, 2002).

264
 265 Mudanças no trato gastrointestinal e na acidez metabólica (ou nos padrões de acidez
 266 ruminal) podem estar associadas aos efeitos da FDN no CMS de bovinos em confinamento.
 267 Armentano e Pereira (1997) observaram que o tempo de mastigação e a concentração de FDN
 268 da forragem estavam relacionados de maneira positiva, ou seja, a adição de volumoso deve
 269 estimular a mastigação e a produção de saliva.

270 De acordo com Mertens (2002) a resposta animal associada a FDNfe é a atividade de
 271 mastigação. A FDNfe de um alimento é o produto de sua concentração de FDN e seu fator de
 272 eficiência física (fef). O fef varia de 0 quando a FDN em uma ração não estimula a
 273 mastigação a 1 quando a FDN promove a atividade máxima de mastigação, após encontrar o
 274 valor de fe, multiplica-se pelo teor de FDN para o converter em FDNfe. Por estar relacionado

275 à concentração de fibras, tamanho de partícula e redução no tamanho de partícula, a FDNfe
 276 está relacionada à estratificação do conteúdo ruminal, que é fator importante na retenção
 277 seletiva de partículas grandes no rúmen, estimulação da ruminação e motilidade ruminal, a
 278 dinâmica da fermentação e passagem ruminal. A secreção do tampão salivar é fator
 279 importante na manutenção do pH ruminal em níveis ideais; portanto, a FDNfe está
 280 relacionada à saúde animal e à acidose ruminal através de sua relação com a secreção tampão
 281 e o pH ruminal.

282 Para Lammers et al. (1996), o fef foi determinado como a soma das proporções da MS
 283 do volumoso retido no fef da peneira de 8,0 mm. Enquanto para Mertens (1997) fef seria
 284 considerado igual à proporção de MS retido em uma peneira 1,18mm e o FDNfe seria
 285 determinado conforme mostrado na tabela 1. A principal limitação da avaliação laboratorial
 286 do FDNfe é que os métodos para medir o tamanho das partículas não foram padronizados.

287

288 Tabela 1 - Estimativa do FDN fisicamente efetivo (FDNfe) de alimentos usando medidas
 289 químicas (FDN) e físicas (peneiramento) em laboratório

Feed	pef ^a	DM retained on 1.18-mm sieve ^b	X NDF	= peNDF
Standard	1.00	1.00	100	100.0
Grass hay, long	1.00	0.98	65	63.7
Legume hay, long	0.95	0.92	50	46.0
Legume silage, coarse chop	0.85	0.82	50	41.0
Legume silage, fine chop	0.70	0.67	50	33.5
Corn silage	0.85	0.81	51	41.5
Brewers grains	0.40	0.18	46	8.3
Corn, ground	0.40	0.48	9	4.3
Soybean meal	0.40	0.23	14	3.2
Soybean hulls	0.40	0.03	67	2.0
Rice mill feed	0.40	0.005	56	0.3

^aStandardized physical effectiveness factors based on chewing activity (from table 6).

^bVertical shaking motion was used to separate particles.

290

291 Fonte: adaptado de Mertens (1986).

292

293 De acordo com levantamento feito por Pinto e Millen (2018) o FDNfe foi o método
 294 mais utilizado pelos nutricionistas para formular dietas para bovinos em confinamento (48,5%
 295 das respostas), enquanto o FDN foi citado por 45,5% dos consultores. O FDNfe foi medido
 296 pelos nutricionistas usando o Penn State Particle Separator (Nasco, Fort Atkinson, WI, EUA)
 297 conforme descrito por Heinrichs (1996) e apenas um participante utilizava FDA (3%) e outro
 298 FDN forrageiro (3%). Millen et al. (2009) e Oliveira e Millen (2014) relataram que a maioria

299 dos nutricionistas utilizava a FDN como principal método de avaliação da fibra e, em 2011,
300 segundo Oliveira e Millen (2014), apenas cinco participantes recomendaram o FDNfe para
301 avaliação da fibra. Esse aumento na utilização do FDNfe pode estar relacionado à necessidade
302 dos nutricionistas brasileiros de controlar e monitorar com mais precisão o tamanho das
303 partículas das dietas de terminação, uma vez que os dados desta pesquisa indicam que os
304 bovinos em confinamento no Brasil estão consumindo dietas de terminação com maior teor de
305 energia quando comparadas com nas duas últimas pesquisas (Millen et al. 2009; Oliveira e
306 Millen 2014). Além disso, quanto maior o conteúdo energético das dietas oferecidas ao gado
307 em confinamento, mais importante se torna o monitoramento do tamanho das partículas, pois
308 é necessário garantir um nível mínimo de fibra, ou FDNfe, ao gado para garantir a ruminação
309 e tamponamento do rúmen, evitando distúrbios nutricionais, como acidose.

310 Já para Samuelson et al., (2016) em um levantamento realizado nos EUA (New Mexico)
311 o método mais comum de análise de fibra usado em consideração para a formulação da dieta
312 pelos entrevistados foi FDN (54,2%), seguido por FDA (25,0%) e fibra bruta (12,5%; Tabela
313 8). Um entrevistado não considerou os valores da análise de fibra ao formular dietas,
314 enquanto um nutricionista preferiu usar um método não incluído na lista da pesquisa. Esses
315 resultados indicam uma mudança do uso da análise de fibra bruta, que era um método popular
316 escolhido pelos nutricionistas pesquisados por Vasconcelos e Galvyan (2007), e em direção ao
317 uso da análise de fibra em detergente (FDN ou FDA) como uma consideração na dieta
318 formulação.

319 A princípio, a peneira de 1,18 mm era utilizada para calcular tanto a FDNe quanto a
320 FDNfe assumindo que este tamanho mínimo para que um alimento passasse do rúmen-
321 retículo para o omaso (Mertens, 1997). Assim, as recomendações do NRC em 2002 para
322 calcular a estimativa do fator de efetividade eram baseadas em três peneiras com 19mm, 8mm
323 e 1,18mm. Entretanto, estudos recentes confirmaram que as digestas omasais são compostas
324 de partículas com tamanhos maiores, sendo assim proposto por BCNRM (2016) a mudança da
325 peneira de 1,18mm por 4 mm, sendo o fef calculado baseado nesta última peneira.

326

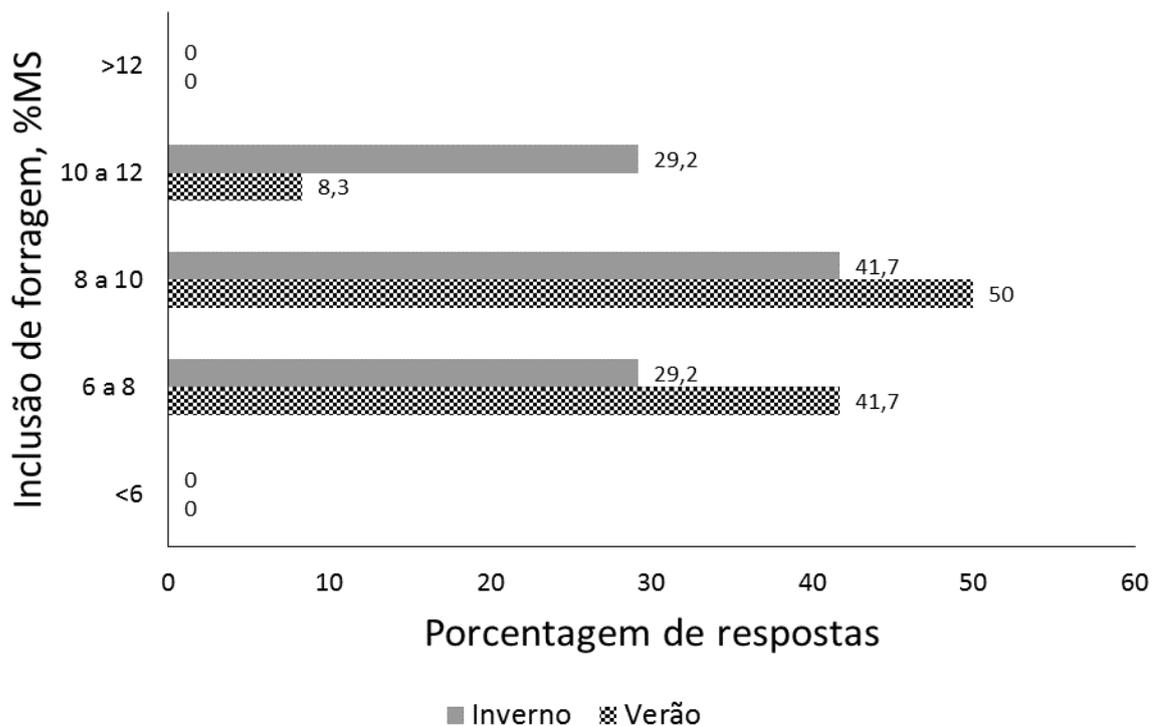
327 **Utilização da fibra em confinamentos**

328

329 Tradicionalmente, as dietas de confinamento têm sido formuladas apenas com forragem
330 suficiente (plantas inteiras colhidas) ou volumoso (um termo que inclui forragens e
331 subprodutos fibrosos do processamento industrial) para diluir a ração, conteúdo ruminal e

332 estimular o fluxo de saliva (durante a alimentação e ruminação) reduzindo a incidência de
333 acidose (Owens, 2008).

334 De acordo com Samuelson et al. (2016) em levantamento feito pela New Mexico State
335 University e a Texas Tech University sobre as técnicas de manejo e nutricionais realizadas em
336 confinamentos, a inclusão de forragem em dietas de terminação em confinamentos
337 americanos é de 8 a 10% de MS tanto no verão, quanto no inverno, sendo que alguns
338 nutricionistas utilizam de 10 a 12% de MS de forragem no inverno (Figura 3). Esta pesquisa
339 indica que o sistema produtivo de confinamentos nas regiões americanas estudadas está
340 estabilizado, visto que apresentam a mesma média demonstrada no levantamento feito por
341 Vasconcelos e Galyean em 2007.



342

343

344 Figura 3 – Inclusão de forragem em dietas de terminação para bovinos de corte dos clientes
345 atendidos pelas consultorias nutricionais pesquisadas (adaptado de Samuelson et al., 2016).

346

347 No questionário levantado por Samuelson et al. (2016) verificaram que a fonte primária
348 de volumoso mais utilizada na fase de adaptação é o feno de alfafa (58,3%), e na fase de
349 terminação é a silagem de milho (37,5%). Fontes secundárias adicionais de volumoso para
350 dietas de confinamento americanos incluem feno de alfafa, silagem de sorgo, feno de grama
351 sudão, cascas de sementes de algodão, talos de milho e palha de trigo. Independentemente da
352 fonte ou inclusão de volumoso, 86,1% dos clientes nutricionistas pesquisados usaram algum

353 tipo de método de processamento para alterar mecanicamente sua fonte de volumoso antes de
354 adicioná-lo a dieta. A forma de processamento mais utilizada é a picagem, sendo que 58,3%
355 dos entrevistados recomendam comprimento ideal de corte de 5,08 a 10,2 cm.

356 De acordo com Pinto e Millen (2018), em levantamento sobre recomendações
357 nutricionais e práticas de manejo adotadas por nutricionistas de gado confinado no Brasil,
358 ainda se tem notado diferenças importantes nas práticas de alimentação mostrando que o
359 sistema de confinamento no Brasil ainda está evoluindo, diferenças essas apontadas entre os
360 levantamentos realizados nos anos de 2009 e 2013 (Millen et al., 2009; Oliveira e Millen,
361 2014). O nível médio de inclusão de volumoso nas dietas finais de acordo com os
362 nutricionistas participantes em 2018 foi de 20,6% de MS da dieta, que é semelhante ao 21%
363 relatado por Oliveira e Millen (2014), mas inferior a 28,8% de MS relatado por Millen et al.
364 (2009). Os autores atribuem a diferença entre os anos de 2014 e 2009 ao aumento no número
365 de grandes confinamentos, tornando operações maiores e diminuir a proporção de volumoso é
366 uma alternativa para diminuir os custos operacionais e simplificar a logística. Sendo que no
367 levantamento de 2018 puderam notar uma expansão apenas das operações de confinamento de
368 médio porte (de 5.000 para 10.000 animais), e como resultado, o nível de inclusão de
369 volumoso teve apenas uma ligeira alteração. Segundo Pinto e Millen (2018), embora a
370 inclusão média de volumoso nas dietas de terminação não tenha sido alterada nas duas últimas
371 pesquisas realizadas no Brasil a qualidade do volumoso mais utilizado pelos nutricionistas
372 entrevistados melhorou, o que resultou em maior ingestão energética por bovinos em
373 confinamento consumindo dietas de terminação, sem alterar a proporção concentrado:
374 volumoso.

375 Entretanto, vale ressaltar que a inclusão de 20,6% de MS de forragem na dieta de
376 terminação em confinamento ainda é o dobro da utilizada nos EUA como demonstrado por
377 Samuelson et al. (2016). Cerca de 63,6% (n=33) dos nutricionistas brasileiros utilizam como
378 fonte de fibra primária a silagem de milho, em menor número, utilizam bagaço de cana de
379 açúcar (12,1%), silagem de capim (9,1%), silagem de sorgo (6,1%), cana picada na hora
380 (6,1%) e torta de algodão (3,0%).

381

382 **Fontes de fibra não provenientes de forragem para bovinos de corte**

383

384 A alimentação de bovinos de corte em confinamento requer uma concentração mínima
385 de fibra na dieta, porém de acordo com Sari, Ferret & Calsamiglia (2015) este mínimo não
386 está bem elucidado na literatura. A forragem em dietas de terminação com alto teor de

387 concentrado auxilia na manutenção da função ruminal, diminui o risco de acidose e melhora a
388 ingestão de MS (Gill et al., 1981; Brandt et al., 1987; Stock et al., 1990) além de estimular a
389 mastigação e ruminação (Sudweeks et al., 1975). Entretanto, quando as fontes de forragem se
390 tornam caras ou são escassas, uma alternativa para diminuir o custo de produção e garantir
391 manutenção do ambiente ruminal, é o uso de fontes de fibra não forrageira (FFNF) (Sari,
392 Ferret & Calsamiglia, 2015; Cyriac, 2005).

393 Segundo Pereira et al., (1999), FFNF são subprodutos vegetais produzidos através da
394 extração de amido, açúcar ou outros constituintes não-fibrosos valiosos e podem ter conteúdo
395 de FDN semelhante a forragens grossas, mas tamanho de partícula semelhante aos
396 concentrados. De acordo com Kononoff & Heinrichs (2003), as propriedades físico-químicas
397 das FFNF são intrínsecas e diferentes quando comparadas com as forragens, pois apresentam
398 menor tamanho de partícula e maior gravidade específica, resultando em menor tempo de
399 retenção ruminal e menor digestibilidade e produção de ácido orgânico (Allen & Grant,
400 2000). A utilização de subprodutos vegetais, como grãos secos de destilaria de milho com
401 solúveis (DDG), casca de soja e caroço de algodão na alimentação de ruminantes representa
402 fontes de fibra não forrageiras (Cyriac, 2005; Behgar et al., 2009).

403 A torta de algodão é um subproduto do processamento do algodão para fabricação do
404 biodiesel, contém uma grande proporção de FDN e lignina associada e tem sido considerada
405 um FFNF com grande potencial nutricional e econômico quando os estoques de forragem são
406 limitados (Hall e Akinyode, 2000; Abdalla et al., 2008). A torta de algodão possui cerca de
407 34,3% a 48,9% de proteína bruta e alto potencial energético da energia digestível (3,22
408 Mcal/kg a 3,44 Mcal/kg) (Gadelha et al., 2011). Entretanto, a torta de algodão possui em sua
409 composição o gossipol, um composto fenólico produzido pelas glândulas pigmentadas do
410 algodão que promovem intoxicação, lesão hepática, problemas reprodutivos (Gadelha et al.,
411 2014), porém, os ruminantes são tolerantes à toxicidade do gossipol e, portanto, capazes de
412 consumir a torta de algodão sem efeitos deletérios (Hawkins et al., 1985).

413

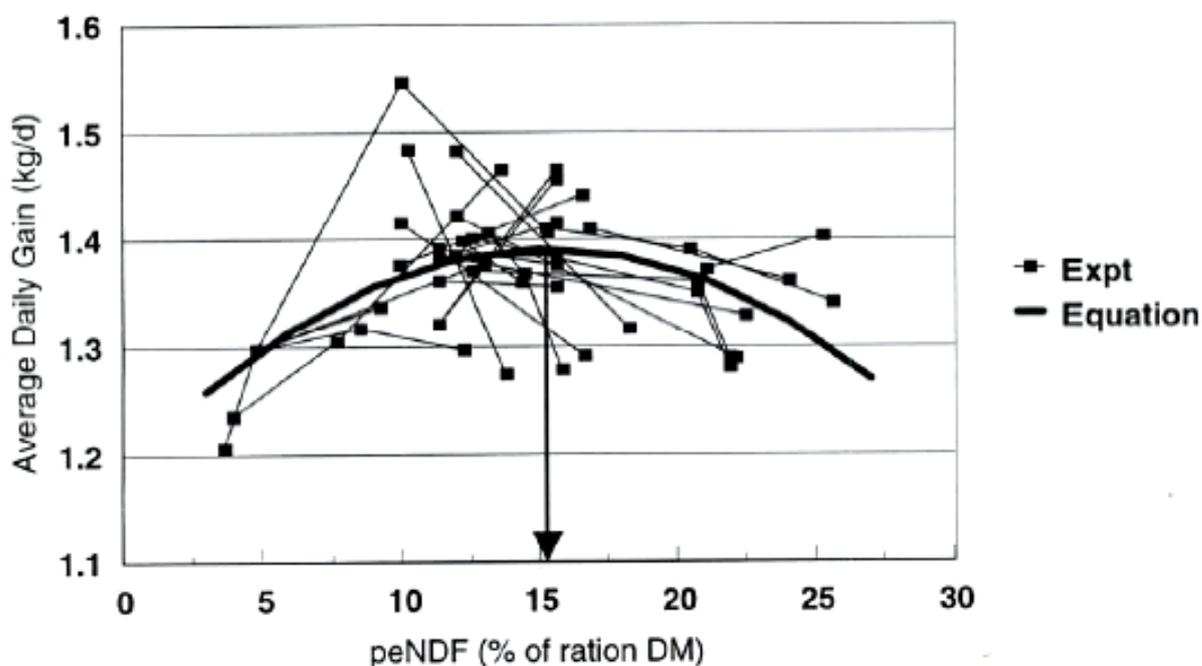
414 **Exigências de fibras para bovinos de corte**

415

416 De acordo com Mertens (1997) relações assintóticas foram observadas entre a
417 concentração de FDNfe na ração e a porcentagem de gordura do leite e o pH ruminal de vacas
418 em lactação. Assim foi recomendada concentração mínima de FDNfe de 19-21% da ração MS
419 para vacas leiteiras, onde o objetivo é manter sua saúde e produtividade a longo prazo. De
420 acordo com levantamento de Pinto e Millen (2018) o tempo médio de duração dos

421 confinamentos brasileiros é de 96 dias. Diante do curto prazo de produção em confinamento e
 422 visando maximizar o desempenho animal, os requisitos mínimos de fibra para gado em
 423 confinamento podem ser substancialmente menores do que para vacas leiteiras. Como a fibra
 424 tem densidade energética produtiva menor do que os concentrados e é menos digerida em
 425 dietas com alto teor de concentrado, a menor concentração de fibra em rações de
 426 confinamento pode melhorar o desempenho animal e reduzir a excreção de esterco (Bierman
 427 et al., 1999).

428 Mertens (2002) avaliou dados de oito publicações (White e Reynolds, 1969; Xiong et
 429 al., 1991; Bartle et al., 1994; Hussein e Berger, 1995; Zinn e Plascencia, 1996; Calderon-
 430 Cortes e Zinn, 1996; Bierman et al., 1999; Rossi e Loerch, 2001) para derivar as relações
 431 entre a concentração de FDNfe na ração e o desempenho do gado em confinamento. O fator
 432 de efetividade da fibra (fef) propostos pelo NRC (1996) e Mertens (1997) os valores de
 433 referência da FDN proposto por Mertens (2002) foram usados para calcular as concentrações
 434 de FDNfe nas rações. O banco de dados forneceu 27 comparações nas quais as diferenças na
 435 FDNfe foram avaliadas. A estatística ajustou as diferenças de desempenho entre as citações e
 436 em todos os experimentos os dados foram mostrados como desvios do ganho médio (Figura
 437 4).



438
 439 Figura 4 – Relação entre o ganho médio diário (GMD) e FDNfe em rações de confinamento
 440 (Mertens, 2002).
 441

442 Neste mesmo ensaio, foram demonstradas relações positivas entre o GMD e a FDNfe
443 quando a FDNfe é inferior a 10% de MS da ração e relações negativas nos ensaios quando a
444 FDNfe é superior a 15% de MS. Apesar de Owens et al. (1997) indicarem baixa relação entre
445 o FDNfe e o desempenho do gado em confinamento, neste banco de dados havia uma boa
446 relação entre a FDNfe e o GMD, como demonstrado na equação:

447 $GMD = 1.19 + 0.0269 * FDNfe - 0.000883 * FDNfe^2$; ($R^2 = 0,95$) e desvio padrão de $\pm 0,06$
448 kg/d.

449 Conforme a primeira derivada dessa equação, a FDNfe que maximiza o GMD foi
450 determinada com 15,3% da MS da ração. No entanto, há pouca diferença no GMD quando a
451 FDNfe na ração está entre 12 e 18% (Figura 4). A FDNfe ideal na ração para minimizar os
452 abscessos hepáticos foi de cerca de 22% e a FDNfe que maximizou a ingestão foi de cerca de
453 25%. Os coeficientes de regressão para a relação de GMD com FDNfe foram altamente
454 significativos, enquanto os coeficientes de regressão com FDN não foram significativos. Com
455 base neste banco de dados de desempenho em confinamento, parece que os valores de FDNfe
456 gerados pela atividade de mastigação de vacas em lactação podem ser usados para formular
457 rações em confinamento (Mertens, 2002).

458 A faixa relativamente ampla de FDNfe aceitável (12 a 18% da MS da ração) sugere que
459 as recomendações podem ser modificadas para atender a vários objetivos e levar em conta
460 outros fatores que podem influenciar os requisitos mínimos de FDNfe para gado em
461 confinamento. O consumo mínimo de fibra em detergente neutro (FDN) indicado para
462 bovinos de corte é de 15% (com base na MS do alimento) (NRC, 1996; Valadares Filho et al.,
463 2002).

464 Segundo levantamento de Pinto e Millen (2018) os nutricionistas participantes
465 responderam que a FDNfe era seu método de avaliação de fibra preferido, as concentrações
466 recomendadas na dieta de terminação eram em média 14,4% da MS da dieta. Segundo
467 Goulart e Nussio (2011), os bovinos Nelore no Brasil devem ser alimentados com dietas de
468 acabamento contendo pelo menos 10 a 18% da MS da dieta de FDNfe. Para os nutricionistas
469 que usam FDN, a concentração recomendada foi 23,7 %. Strasia e Gill (1990) recomendaram
470 um mínimo de 15% da MS da dieta em FDN para a formulação de dietas de acabamento para
471 bovinos de corte para evitar riscos de distúrbios digestivos.

472

473 **Desafios da dieta sem forragem**

474

475 Segundo Yang et al., (2018) bovinos de corte em confinamento são frequentemente
476 alimentados com dietas ricas em grãos com a finalidade de aumentar a sua taxa de
477 crescimento ou como forma de suprir a escassez forrageira. Como os grãos de cereais são
478 ricos em amido e devido ao fato de o amido ser rapidamente degradado no rúmen, ele libera
479 grandes quantidades de ácidos graxos voláteis (AGV), incluindo acetato, propionato e
480 butirato, bem como outros ácidos orgânicos, como o lactato (Iqbal et al., 2009; Gonzalez et
481 al., 2012). Se o tamponamento ruminal não conseguir acompanhar o acúmulo desses ácidos,
482 poderá causar distúrbios metabólicos como a acidose ruminal subaguda (Zebeli et al., 2008;
483 Yang et al., 2018), que ocorre quando o pH diminui para 5,6 e permanece por mais de 3h/dia
484 devido acúmulo destes ácidos (Kleen et al., 2003; Stone, 2004; Gozho et al., 2006).

485 As dietas para gado de corte em confinamento com quantidade de fibra inadequada
486 podem danificar a parede ruminal. Existem diferenças entre as fontes de fibra, incluindo
487 diferenças entre as fontes de fibra forrageira em sua capacidade de estimular a mastigação, e
488 essa capacidade é afetada por várias características físicas e químicas da ração (Mertens,
489 1997), portanto foi desenvolvido o conceito de FDNfe como descrito no tópico 2.2.

490 O pH do conteúdo ruminal reflete o equilíbrio entre a produção e absorção de ácido da
491 fermentação e a secreção de tampões na saliva (Allen, 1997). A relação limitada entre a
492 FDNfe e o pH do rúmen também se deve à múltiplos fatores animais e intrínsecos à dieta,
493 além da FDNfe, que afetam o pH do rúmen. Entre esses fatores destacam-se a fonte de
494 forragem, a fonte de concentrado, o valor acidogênico da ração, a frequência da alimentação e
495 a inclusão de tampões inorgânicos (Mertens, 1997; Oetzel, 2003; Kleen et al., 2003; Stone,
496 2004; Rustomo et al., 2006). Devido à contaminação da saliva e variação diurna do pH
497 ruminal, o monitoramento do pH ruminal por amostragem pontual é menos preciso do que a
498 medição contínua do pH ruminal (Duffield et al., 2004; Alzahal et al., 2007).

499 O acúmulo de ácidos do rúmen é afetada pelo tamanho e densidade das papilas
500 ruminais, pois estas determinam a rapidez com que esses ácidos podem ser absorvidos (Van
501 Soest, 1994). Uma redução na absorção, como por exemplo por inflamação ou paraqueratose
502 da parede ruminal devido ao baixo pH ruminal, expõe animais ruminantes a maior risco de
503 acidose subaguda. Desta forma, balancear a dieta com níveis adequados de FDNfe
504 proporciona ao rúmen capacidade para a formação de um tapete fibroso que vai atuar sobre os
505 estímulos de contração, facilitando a mistura da digesta e absorção dos ácidos graxos (Tafaj et
506 al., 2004; Zebeli et al., 2012).

507

LITERATURA CITADA

508

509

510 ABDALLA, A. L.; FILHO, J. C. S.; GODOI, A. R.; CARMO, C. A.; EDUARDO, J. L. P.
511 Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **R. Bras.**
512 **Zootec.** v.37, p.258-260, 2008.

513

514 ALLEN, M. S.; and GRANT, R. J. Interactions between forage and wet corn gluten feed as
515 sources of fiber in diets for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science.** v. 83. p. 322-331.
516 2000.

517

518 ALLEN, M.S. 1997. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the
519 requirement for physically effective fiber. **Journal of dairy science**, v. 80, n. 7, p. 1447-1462.
520 [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76074-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76074-0).

521

522 ALLEN, M.S.; and MERTENS, D.R. Evaluating constraints on fiber digestion by rumen
523 microbes. **Journal of Nutrition.** V.118, n.1, p.261-270, 1988.

524

525 ALZAHAL, O., RUSTOMO, B., ODONGO, N. E., DUFFIELD, T. F., MCBRIDE, B. W.
526 2007. A system for continuous recording of ruminal pH in cattle. **Journal of animal science**,
527 85(1), 213-217.

528

529 ARMENTANO, L., and PEREIRA, M. Measuring the effectiveness of fiber by animal
530 response trials. **J. Dairy Sci.** v. 80. p.1416. 1997.

531

532 BARTLE, S.J., PRESTON, R.L. and MILLER, M.F. Dietary energy source and density:
533 Effects of roughage source, roughage equivalent, tallow level, and steer type on feedlot
534 performance and carcass characteristics. **J. Anim. Sci.** v. 72. p. 1943-1953. 1994.

535

536 BAUMAN, D. E., MATHER, I. H., WALL, R. J., and LOCK, A. L., Major advances
537 associated with the biosynthesis of milk. **Journal of Dairy Science.** v. 89. p. 1235- 1243.
538 2006.

539

540 BEEF CATTLE NUTRIENT REQUIREMENTS MODEL – BCNRM. Nutrient requirements
541 of beef cattle. 8th ed. 475. Washington, DC: National Academy Press. 2016.

542

543 BEHGAR, M.; VALIZADEH, R.; MIRZAEI, M.; NASERIAN, A.A. and NASIRI, M.R.
544 Correlation Between the Physical and Chemical Properties of Some Forages and Non-Forage
545 Fiber Sources. **Journal of Animal and Veterinary Advances.** v.8. p. 2280-2285. 2009.

546

547 BIERMAN, S.; ERICKSON, G.E.; KLOPFENSTEIN, T.J., STOCK, R.A.; SHAIN, D.H.
548 Evaluation of nitrogen and organic matter balance in the feedlot as affected by level and
549 source of dietary fiber. **Journal of Animal Science.** v.77(7). p. 1645–1653. 1999.

550

551 BRANDT JR., R.T., ANDERSON, S.J., ELLIOTT, J.K. Roughage levels in steam-flaked
552 wheat finishing diets. **In:** Cattle Feeders Day Program, Report 518. Kansas State University,
553 Manhattan, pp. 18–21. 1987.

554

555 CALDERON-CORTES, J.F., and ZINN, R.A. Influence of dietary forage level and forage
556 coarseness of grind on growth performance and digestive function in feedlot steers. **J. Anim.**
557 **Sci.** v. 74. p. 2310-2316. 1996.

- 558
559 CLARK, P. W., and ARMENTANO, L.E. Effectiveness of neutral detergent fiber in whole
560 cottonseed and dried distillers grains compared with alfalfa haylage. **J. Dairy Sci.** v. 76 p.
561 2644. 1993.
562
- 563 CYRIAC, J. Effects of replacing forage fiber with non-forage fiber in lactating dairy cow
564 diets. Thesis (Master of Animal Science). South Dakota State Universit. South Dakota. 2005.
565
- 566 DETMANN, E.; QUEIROZ, A. C.; CECON, P. R.; et al. Consumo de fibra em detergente
567 neutro por bovinos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1763-
568 1777, 2003.
569
- 570 DUFFIELD, T., PLAIZIER, J.C., BAGG, R., VESSIE, G., DICK, P., WILSON, J.,
571 ARAMINI, J., MCBRIDE, B.W. 2004. Comparison of techniques for measurement of rumen
572 pH in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science** v. 87, p. 59–66
573
- 574 FOX, D. G.; TYLUTKI, T. P.; VAN AMBURGH, M. E.; CHASE, L. E. PELL, A. N.;
575 OVERTON, T. R.; TEDESCHI, L. O; RASMUSSEN, C. N.; and DURBAL, V. M. The Net
576 Carbohydrate and Protein System for evaluating herd nutrition and nutrient excretion: Model
577 documentation. Mimeo No. 213. Animal Science Dept., Cornell University, Ithaca, NY. 2000.
578
- 579 GADELHA, I. C. N.; FONSECA, N. B. S.; OLORIS, S.C.S.; MELO, M. M.; SOTO-
580 BLANCO, B. Gossypol toxicity from cottonseed products. **Sci World J.** v.2014, p.1–11,
581 2014.
582
- 583 GADELHA, I. C. N.; RANGEL, A. H. N.; SILVA, A. R.; SOTO-BLANCO, B. Effects of
584 gossypol on animal reproduction. **Acta Vet Bras.** v.5, p.129–135, 2011.
585
- 586 GERON, L.J.V.; CABRAL, L.S.; TRAUTMANN-MACHADO, R.J. Avaliação do teor de
587 fibra em detergente neutro e ácido por meio de diferentes procedimentos aplicados às plantas
588 forrageiras. **Semina: Ciências Agrárias.** v. 35, n. 3, p. 1533-1542, 2014.
589
- 590 GILL, D.R., OWENS, F.N., MARTIN, J.J., WILLIAMS, D.E., ZINN, R.A., HILLIER, R.J.,
591 Roughage levels in feedlot rations. **In:** Oklahoma Agricultural Experiment Station, MP 108.
592 Oklahoma State University, Stillwater. p. 141–146. 1981.
593
- 594 GLEAVES, E.W., P.Q. GUYER, J.G. KENDRICK, F.G. OWEN, E.R. PEO, JR., and T.W.
595 SULLIVAN. Nebraska computer feed formulation data, feed ingredient analysis, and ration
596 specifications and restrictions. **Agric. Expt. Stat. Bull.** MP24. Univ. of Nebraska, Lincoln.
597 1973.
598
- 599 GONZÁLEZ, L. A.; MANTECA, X.; CALSAMIGLIA, S.; SCHWARTZKOPF-
600 GENSWEIN, K. S.; FERRET, A. Ruminant acidosis in feedlot cattle: Interplay between feed
601 ingredients, rumen function and feeding behavior (a review). **Animal Feed Science and**
602 **Technology**, v. 172, n. 1-2, p. 66-79, 2012.
603
- 604 GOULART, R.S., and NUSSIO, L.G. Exigência de fibra fisicamente efetiva para bovinos
605 confinados. **In:** Anais do 7º Simpósio de Pecuária de Corte e 2º Simpósio Internacional de
606 Pecuária de Corte, Lavras, Brazil. pp. 111–153. 2011.
607

- 608 GOZHO, G.N.; KRAUSE, D. O.; PLAIZIER, J. C. 2006. Rumen lipopolysaccharide and
609 inflammation during grain adaptation and subacute ruminal acidosis in steers. **J Dairy Sci.** v.
610 89, p. 4404–4413. [https://doi.org/10.3168/](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72487-0) jds.S0022-0302(06)72487-0 PMID: 17033028
611
- 612 HALL, M.B.; AKINYODE, A. Cottonseed hulls: working with with a novel fiber source. In:
613 ANNUAL FLORIDA RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM, 11., 2000, Gainesville.
614 **Proceedings...** Gainesville, p.179-186. 2000.
615
- 616 HARRIS, B. Feeds, feeding and nutrient requirements of dairy cattle. **Fla. Coop. Ext. Cir.**
617 Gainesville. p. 594. 1984.
618
- 619 HAWKINS, G. E., CUMMINS, K. A., SILVERIO, M., and JILEK, J. J. Physiological Effects
620 of Whole Cottonseed in the Diet of Lactating Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v.
621 68(10), p.2608–2614, 1985.
622
- 623 HEINRICHS, J. An evaluating particle Size of Forages and TMRs using the Penn State
624 Particle Size Separator. **Pennsylvania State University**, State College, Pennsylvania, PA,
625 USA. p. 9. 1996.
626
- 627 HUSSEIN, H. S., and BERGER, L.L. Effects of feed intake and dietary level of wet corn
628 gluten feed on feedlot performance, digestibility of nutrients, and carcass characteristics of
629 growing-finishing beef heifers. **J. Anim. Sci.** v. 73. p. 3246-3252. 1995.
630
- 631 IQBAL, S.; ZEBELI, Q.; MAZZOLARI, A.; BERTONI, G.; DUNN, S. M.; YANG, W. Z.;
632 AMETAJ, B. N. 2009. Feeding barley grain steeped in lactic acid modulates rumen
633 fermentation patterns and increases milk fat content in dairy cows. **Journal of Dairy Science**,
634 92(12), 6023-6032.
635
- 636 KLEEN, J. L., HOOIJER, G. A., REHAGE, J., & NOORDHUIZEN, J. P. T. M. 2003.
637 Subacute ruminal acidosis (SARA): a review. **Journal of Veterinary Medicine Series A**,
638 50(8), 406-414.
639
- 640 KONONOFF, P. J.; HEINRICHS, A. J. The effect of reducing alfalfa haylage particle size on
641 cows in early lactation. **Journal of Dairy Science.** v. 86. p. 1445-1457. 2003.
642
- 643 KUOPPALA, K.; RINNE, M.; AHVENJÄRVI, S. The effect of harvesting strategy of grass
644 silage on digestion and nutrient supply in dairy cows. **Journal of Dairy Science.** v.93, p.3253-
645 3263, 2010.
646
- 647 LAMMERS, B.P., BUCKMASTER, D.R and HEINRICHS, AJ. A simple method for the
648 analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. **J. Dairy Sci.** v.79. p. 922. 1996.
649
- 650 LIMA, M. L. M. **Análise comparativa da efetividade da fibra de volumosos e**
651 **subprodutos.** Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de
652 Queiroz, Piracicaba. 2003.
653
- 654 MERTENS, D. Nonstructural and structural carbohydrates. In: VAN HORN, H.H.; WILCOX,
655 C.J (Eds.). **Large dairy herd management.** Am. Dairy Science Association. Champaign, IL.
656 p. 219-235. 1992.
657

- 658 MERTENS, D. R. Measuring fiber and its effectiveness in ruminant diets. In: **Plains**
659 **Nutrition Council:Spring Conference**. San Antonio, TX. p. 40-66. 2002.
660
- 661 MERTENS, D.R. Effect of physical characteristics, forage particle size and density on forage
662 utilization. Page 91. In: Proc. Nutrition Symp. Am. Feed Industry Assoc., St. Louis, MO.
663 1986.
664
- 665 MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **J.**
666 **Dairy Sci.** v. 80. p. 1463. 1997.
667
- 668 MILLEN, D.D., PACHECO, R.D.L., ARRIGONI, M.D.B., GALYEAN, M.L., and
669 VASCONCELOS, J.T. A snapshot of management practices and nutritional recommendations
670 used by feedlot nutritionists in Brazil. **J. Anim. Sci.** v. 87. p. 3427–3439. 2009.
671
- 672 MILLIGAN, R.A., L.E. CHASE, C.J. SNIFFEN, and W.A. KNOBLAUCH. Least-cost
673 balanced dairy rations. Newplan program 13. **Agric. Econ. Ext. Cir.** 81-24. Cornell Univ.,
674 Ithaca, NY. 1981.
675
- 676 MOORE, K. J.; JUNG, H. J. Lignin and fiber digestion. **Journal of Range Management**, v.
677 54, n. 4, p. 420–430, 2001.
678
- 679 NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Nutrient requirements of beef cattle, 7th
680 revised ed., **National Academy of Science**, Washington, D.C. 242 pp. 1996.
681
- 682 NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Nutrient requirements of dairy cattle. 7th rev.
683 ed. **Natl. Acta. Sci.**, Washington, DC, USA. 2001.
684
- 685 NOLLER, C.H.; NASCIMENTO JR., D.; QUEIROZ, D.S. Determinado as exigências
686 nutricionais de animais em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 13,
687 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p.319-352. 1996.
688
- 689 NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; LIMA, M.L.M. Metabolismo de Carboidratos Estruturais. In:
690 BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Ed.). **Nutrição de ruminantes.**
691 Jaboticabal: Funep. p.193-238. 2011.
692
- 693 OETZEL, G.R. 2003. Subacute ruminal acidosis in dairy cattle. **Advances in Dairy**
694 **Technology** v. 15, p. 307–317.
695
- 696 OLIVEIRA, C.A., and MILLEN, D.D. Survey of the nutritional recommendations and
697 management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. **Anim. Feed Sci.** v.197.
698 p. 64–75. 2014.
699
- 700 OWENS, EN., SECRIST, D.S.; HILL, W. J. and GILL, D.R. The effect of grain source and
701 grain processing on performance of feedlot cattle: A review. 1. **Anim. Sci.** v. 75. p. 868-879.
702 1997.
703
- 704 OWENS, F.N. Optimization of feedlot diets with high density of energy and nutrientes. In:
705 SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 4., 2008, Viçosa.
706 **Anais...** Viçosa:UFV. p. 95-120. 2008.
707

- 708 PEREIRA, M.N.; GARRET, E. F.; OETZEL, G.R.; ARMENTANO, L.E. Partial
709 Replacement of Forage with Nonforage Fiber Sources in Lactating Cow Diets. I. Performance
710 and Health. **J Dairy Sci.** v. 82. P.2716-2730. 1999.
711
- 712 PINTO, A. C. J. and MILLEN, D. D. Nutritional recommendations and management practices
713 adopted by feedlot cattle nutritionists: the 2016 brazilian survey. **Canadian Journal of**
714 **Animal Science.** v. 99, p. 392-407, 2018.
715
- 716 RODRÍGUEZ, N. M.; OLIVEIRA, S. S. E.; GUIMARAES-JÚNIOR. R. Uso de indicadores
717 para estimar consumo y digestibilidad de pasto. LIPE, lignina purificada y enriquecida.
718 **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias.** v. 20, n. 4, p. 518– 525, 2007.
719
- 720 ROSSI, J.E., and LOERCH, S.C. Proportion of corn silage in diets of feedlot steers fed to
721 achieve stepwise increases in growth. **J. Anim. Sci.** v.79. p. 1402-1408. 2001.
722
- 723 RUSTOMO, B., ALZAHAL, O., ODONGO, N. E., DUFFIELD, T. F., MCBRIDE, B. W.
724 2006. Effects of rumen acid load from feed and forage particle size on ruminal pH and dry
725 matter intake in the lactating dairy cow. *Journal of Dairy Science*, 89(12), 4758-4768.
726
- 727 SAMUELSON, K.L., HUBBERT, M.E., GALYEAN, M.L., and LÖEST, C.A. Nutritional
728 recommendations of feedlot consulting nutritionists: The 2015 New Mexico and Texas Tech
729 University survey. **J. Anim. Sci.** v. 94. p. 2648–2663. 2016.
730
- 731 SARI, M.; FERRET, A.; CALSAMIGLIA, S. Effect of pH on *in vitro* microbial fermentation
732 and nutrient flow in diets containing barley straw or non-forage fiber sources. **Animal feed**
733 **Science and technology.** v.200. p. 17-24. 2015.
734
- 735 STOCK, R.A., SINDT, M.H., PARROTT, J.C., GOEDEKEN, F.K. Effects of grain type,
736 roughage level and monensin level on finishing cattle performance. **J. Anim. Sci.** v. 68. P.
737 3441–3455. 1990.
738
- 739 STONE, W. C. 2004. Nutritional approaches to minimize subacute ruminal acidosis and
740 laminitis in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* v.87, p.13-26.
741
- 742 STRASIA, C.A., and GILL, D.R. **Formulating feedlot diets.** Great Plains beef cattle
743 handbook. Fact Sheet 1800. Cooperative Extension Service, Oklahoma State University,
744 Stillwater, OK, USA. 1990.
745
- 746 SUDWEEKS, E.M., MCCULLOUGH, M.E., SISK, L.R., LAW, S.E. Effects of concentrate
747 type and level and forage type on chewing time of steers. **J. Anim. Sci.** v. 41. p. 219–224.
748 1975.
749
- 750 SWAIN, S.M., and ARMENTANO, L.E. Quantitative evaluation of fiber from nonforage
751 sources used to replace alfalfa silage. **J. Dairy Sci.** v.77. p. 2318. 1994.
752
- 753 TAF AJ, M., JUNCK, B., MAULBETSCH, A., STEINGASS, H., PIEPHO, H. P.,
754 DROCHNER, W. 2004. Digesta characteristics of dorsal, middle and ventral rumen of cows
755 fed with different hay qualities and concentrate levels. **Archives of Animal Nutrition**, 58(4),
756 325-342.
757

- 758 VALADARES FILHO, S. C.; ROCHA JUNIOR, V. R.; CAPELLE, E. R. **Tabelas**
759 **brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. CQBAL 2.0. 1.ed. Viçosa:
760 Universidade Federal de Viçosa. Suprema Gráfica Ltda, 2002.
761
- 762 VAN SOEST, P. J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its
763 application to forage. **Journal Animal Science**, v. 26, n. 1, p. 119-128, 1967.
764
- 765 VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2nd ed. Cornell University Press,
766 Ithaca, NY. 1994.
767
- 768 VAN SOEST, P. J. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. A rapid method for the
769 determination of fiber and lignin. **Journal of the Association Official Agricultural**
770 **Chemists**, v. 46, n. 5, p. 829-835, 1963.
771
- 772 VASCONCELOS, J.T., and GALYEAN, M.L. Nutritional recommendations of feedlot
773 consulting nutritionists: the 2007 Texas Tech University survey. **J. Anim. Sci.** v. 85. p. 2772–
774 2781. 2007.
775
- 776 WALDO, D. R.; SMITH, L. W.; COX, E. L. Model of cellulose disappearance from the
777 rumen. **Journal of Dairy Science**, vol. 55, no. 1, pp. 125–129, 1972.
778
- 779 WALDO, D.R. Effect of forage quality on intake and forage-concentrate interactions.
780 **Journal of Dairy Science**, v.69, n.2, p.617-631, 1986.
781
- 782 WHITE, T.W., and REYNOLDS, W.L.. Various sources and levels of roughage in steer
783 rations. **J. Anim. Sci.** v.28. p. 705-710. 1969.
784
- 785 XIONG, Y., BARTLE, SJ. and PRESTON, R.L. Density of steam-flaked sorghum grain,
786 roughage level, and feeding regimen for feedlot steers. **J. Anim. Sci.** 69: 1707-1718. 1991.
787
- 788 YANG Y, DONG G, WANG Z, WANG J, ZHANG Z, LIU J. 2018. Rumen and plasma
789 metabolomics profiling by UHPLC-QTOF/MS revealed metabolic alterations associated with
790 a high-corn diet in beef steers. **PLoS ONE** 13(11): e0208031. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208031>
791
792
- 793 ZEBELI, Q., ASCHENBACH, J. R., TAJAJ, M., BOGUHN, J., AMETAJ, B. N., &
794 DROCHNER, W. 2012. Invited review: Role of physically effective fiber and estimation of
795 dietary fiber adequacy in high-producing dairy cattle. **Journal of dairy science**, 95(3), 1041–
796 1056.
797
- 798 ZEBELI, Q.; DIJKSTRA, J.; TAJAJ, M.; STEINGASS, H.; AMETAJ, B. N.; DROCHNER,
799 W. Modeling the adequacy of dietary fiber in dairy cows based on the responses of ruminal
800 pH and milk fat production to composition of the diet. **Journal of Dairy Science**, v. 91, n. 5,
801 p. 2046-2066, 2008.
802
- 803 ZINN, R.A., and PLASCENCIA, A. Effects of forage level on the comparative feeding value
804 of supplemental fat in growing-finishing diets for feedlot cattle. **J. Anim. Sci.** v. 74(6). P.
805 1194-1201. 1996.
806

807 **Níveis de fibra em detergente neutro proveniente de forragem sobre o**
808 **metabolismo de bovinos de corte confinados**

809

810 **Marcus Vinicius Garcia Niwa, Luís Carlos Vinhas Ítavo***

811

812 Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do

813 Sul, Avenida Senador Filinto Muller, nº. 2443, Campo Grande, MS, 79070-900, Brazil.

814

*Autor correspondente: luis.itavo@ufms.br

815 **Níveis de fibra em detergente neutro proveniente de forragem sobre o**
816 **metabolismo de bovinos de corte confinados**

817

818 **RESUMO:** O objetivo foi avaliar o efeito de níveis de fibra em detergente neutro
819 proveniente de forragem sobre o metabolismo de bovinos confinados. Foram utilizados
820 4 novilhos cruzados ($514 \pm 4,54$ kg de peso corporal) castrados e canulados no rúmen.
821 Os animais foram distribuídos aleatoriamente em delineamento quadrado latino 4 x 4,
822 sendo os tratamentos dietas com 9,5%; 5,5%; 2,5%; e 0,0% de FDN proveniente de
823 silagem de milho. Os animais permaneceram em baias individuais com cobertura, tendo
824 livre acesso a água e a dieta. O ensaio foi dividido em 4 períodos de 21 dias, sendo 14
825 dias de adaptação e 7 dias de coletas. Foi adotado período pré-experimental de 14 dias
826 para adaptação dos animais as dietas. Foram avaliadas as variáveis de consumo de
827 nutrientes, digestibilidade aparente, parâmetros ruminais, parâmetros sanguíneos e
828 parâmetros comportamentais. O consumo de MS, MO, PB, EE, FDN, FDN_{8mm}, FDN_{1,18mm}
829 apresentaram comportamento quadrático ($P \leq 0,05$). A digestibilidade da PB apresentou
830 comportamento linear ($P \leq 0,05$) e a digestibilidade da FDN apresentou comportamento
831 quadrático ($P \leq 0,05$). Os valores de pH apresentaram comportamento linear decrescente
832 ($P \leq 0,05$) enquanto a produção de AGV (mmol/L) e as proporções de acetato, propionato
833 e butirato no líquido ruminal apresentaram comportamento quadrático ($P \leq 0,05$). Os
834 parâmetros comportamentais apresentaram comportamento quadrático ($P \leq 0,05$) para
835 tempo em ócio e ruminação. A utilização de dietas com FDN de forragem entre os níveis
836 de 5,5 e 2,5% da MS proporcionaram maiores consumo de nutrientes para bovinos de
837 corte confinados. Entretanto conforme a FDN forragem foi diminuindo nas dietas, as
838 características de ambiente ruminal, principalmente pH se tornaram mais desafiadoras,

839 tornando deste modo um ponto crítico e necessária maior atenção em fatores como
840 manejo dos animais.

841 *Palavras-chave:* dieta sem volumoso, digestibilidade aparente, pH ruminal, terminação,
842 volumoso.
843

844

845

Introdução

846 O confinamento é ferramenta de relevância pois permite a manipulação nutricional,
847 resultando em sistemas de produção com redução da idade de abate e ainda atingir
848 quantidade e qualidade de gordura nas carcaças (Wada et al., 2008). Nos últimos tempos
849 o confinamento tem apresentado crescimento, visto que o número de animais abatidos
850 proveniente de confinamento tem aumentado (ABIEC, 2021).

851 Com intuito de aumentar a eficiência alimentar, rendimento de carcaça, e
852 consequentemente diminuir o custo do quilo de carcaça produzido, os confinamentos
853 tem utilizado maior proporção de concentrado nas dietas (Granja-Salcedo et al., 2016).

854 Apesar das vantagens em eficiência produtiva e operacional, é necessária atenção ao
855 nível de alimentos volumosos para evitar distúrbios digestivos (Turgeon et al., 2010).

856 Com a maior utilização de alimentos concentrados, o valor do pH ruminal será menor, e
857 valores mais ácidos que 5,8 por mais que 5,24 horas por dia devem ser evitados,
858 podendo resultar em diminuição do consumo, menor atividade de microrganismos
859 fibrolíticos, e menor digestão da fibra (Zebeli et al., 2008; González et al. 2012). Valores
860 de pH mais ácidos estão ligados ao acúmulo dos produtos da fermentação, devido ao alto
861 teor de alimentos fermentáveis ou do teor insuficiente de fibra fisicamente efetiva para
862 estimular a salivação e tamponamento do ambiente ruminal (Beauchemin et al., 2003).

863 O conceito de fibra fisicamente efetiva (FDNfe), que é definido como a fração da FDN que
864 estimula a ruminação, que por consequência estimularia a secreção de saliva e
865 tamponamento pH ruminal, evitando ambiente ruminal desfavorável para o máximo
866 desempenho animal (Allen, 1997; Mertens, 1997). Segundo Fox e Tedeschi (2002) a
867 recomendação de FDNfe em dietas com alta densidade energética para manter pH acima
868 de 5,7 é de 7-10% da MS. Porém, se o objetivo for maximizar a digestibilidade e

869 utilização da forragem, o recomendado pelos autores seria de no mínimo 20% de FDNfe
870 na MS.

871 A importância das propriedades físicas da fibra na dieta de terminação de bovinos de
872 corte em confinamento está bem definida, mas os requerimentos mínimos na dieta de
873 bovinos de corte ainda são controversos e não estão definidos (Sari et al., 2015; Gentry
874 et al., 2016).

875 Deste modo, o objetivo foi avaliar o efeito de níveis de fibra em detergente neutro
876 proveniente de forragem (FDNfor), sobre o consumo de nutrientes, digestibilidade
877 aparente, parâmetros ruminais, sanguíneos e comportamentais de bovinos de corte
878 confinados.

879 **Material e Métodos**

880 O experimento foi realizado no confinamento experimental da Fazenda-escola da
881 Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso
882 do Sul (FAMEZ – UFMS), Terenos, MS, Brasil (20°26'50.8"S 54°50'21.5"W).

883 Este estudo foi conduzido estritamente de acordo com as recomendações do Guia do
884 Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal. O protocolo experimental da
885 pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal
886 de Mato Grosso do Sul (Protocolo N° 1.181/2021). Quatro novilhos (514 ± 4,54 kg de
887 peso corporal) castrados e canulados no rúmen foram aleatoriamente distribuídos em 1
888 de 4 tratamentos experimentais em delineamento quadrado latino 4x4, sendo estes,
889 dietas com os seguintes níveis de FDN provenientes de silagem de milho planta inteira:
890 9,5%; 5,5%; 2,5%; e 0,0%. Os animais foram vacinados, vermifugados e alocados em
891 baias individuais com cobertura, tendo livre acesso a água e a dieta. Cada baia possuía
892 um comedouro (2 m linear) e um bebedouro. As dietas experimentais (Tabela 1) foram
893 fornecidas duas vezes ao dia (0800h e 1500h). O ensaio foi dividido em 4 períodos 21

894 dias, sendo 14 dias de adaptação e 7 dias de coletas de amostras. Foi adotado período
895 pré-experimental de 14 dias para adaptação dos animais a dieta.

896 As quantidades de alimentos fornecidos e de sobras foram diariamente registradas e
897 amostradas, e ao final do período, elaboradas amostras compostas em função do animal
898 e período. Foram considerados os nutrientes (MS, MO, PB, FDN, FDN_{8mm}, FDN_{1,18mm}, e
899 EE) fornecidos e contidos nas sobras com base na matéria seca (Consumo = g de
900 nutriente fornecido - g de nutriente nas sobras). As amostras foram analisadas como
901 descrito pelo AOAC (2000): matéria seca (MS; método 930.15), matéria orgânica (MO;
902 método 942.05), proteína bruta (PB; método 976.05) e extrato etéreo (EE; método
903 920.39). A concentração de FDN foi analisada, como descrito por Mertens (2002)
904 utilizando alfa-amylase (Termamyl 120 L®; Novozymes, Barigui, SP, Brasil). A
905 concentração de FDN_{fe}, com 1,18mm e 8mm, foram analisadas segundo Mertens (1997)
906 e Lammers et al (1996), respectivamente.

907 Para determinação da digestibilidade aparente, foram considerados os nutrientes (MS,
908 MO, PB, FDN, e EE) fornecidos, contidos nas sobras e nas fezes com base na matéria seca.
909 Os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes foram obtidos através da
910 equação: Digestibilidade aparente (g/kg) = ((g nutriente fornecido - g nutriente nas
911 sobras) - g nutriente nas fezes) / (g nutriente fornecidos - g nutriente nas sobras) x
912 1000. Para determinação da produção fecal, foi realizada coleta total de fezes durante
913 dois dias de cada período experimental, formando amostras compostas em função do dia
914 de coleta, animal e período.

915 Os tempos dispendidos com alimentação (minutos/dia), ruminação (minutos /dia) e
916 ócio (minutos /dia) foram obtidos através de observações a cada 5 minutos durante 24
917 horas por período.

918 Foram coletadas amostras de líquido ruminal antes do fornecimento da dieta (0), e após
919 3, 6, 9 e 12 horas. O material coletado foi filtrado em camadas de gaze e imediatamente
920 determinado o pH através de potenciômetro digital. Uma alíquota de 40 mL com adição
921 de H₂SO₄ (50%) na proporção de 50:1 foi armazenada congelada (-20 °C) em tubos para
922 posterior determinação do N-amoniaco. Em laboratório esta alíquota foi descongelada e
923 analisado o teor de nitrogênio não proteico do sobrenadante conforme método descrito
924 por Fenner (1965). Outra alíquota de 40 mL com adição de ácido metafosfórico (25%)
925 na proporção de 5:1 foi armazenada congelada (-20 °C) em tubos para posterior
926 determinação dos ácidos graxos voláteis (AGV) por cromatografia em fase gasosa (Erwin
927 et al., 1961).

928 A coleta de sangue foi realizada 6 horas após o primeiro fornecimento da dieta, através
929 de punção da veia jugular. Após coleta, as amostras foram encaminhadas ao laboratório
930 de Análises Clínicas da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UFMS, para
931 realização das análises de proteína total (kit ref. 04657586), albumina (kit ref.
932 04657357), creatinina (kit ref. 10886874), ureia (kit ref. 11200666), e aspartato
933 aminotransferase (kit ref. 10745120).

934 Os dados foram analisados em quadrado latino usando o procedimento MIXED do SAS,
935 versão 9.1 de acordo com o modelo $Y_{ijk} = \mu + T_i + P_j + A_k + e_{ijk}$, onde Y_{ijk} é a variável
936 dependente, μ = média geral, T_i é o efeito fixo do tratamento, P_j é o efeito fixo do
937 período, A_k é o efeito aleatório do animal e e_{ijk} é o erro aleatório residual. O teste de
938 Tukey foi utilizado com significância de 5%. As diferenças foram declaradas
939 significativas quando $P \leq 0,05$. Antes das comparações, todas as variáveis do
940 comportamento ingestivo foram submetidas ao teste de Shapiro-Wilk

941

942

Resultados

943 O consumo de MS, MO, PB, EE, FDN, FDN_{8mm}, FDN_{1,18mm} apresentaram comportamento
944 quadrático ($P \leq 0,05$).

945 Não foram detectadas diferenças significativas ($P > 0,05$) para a digestibilidade da MS,
946 MO e EE. A digestibilidade da PB apresentou comportamento linear ($P \leq 0,05$) e a
947 digestibilidade da FDN apresentou comportamento quadrático ($P \leq 0,05$).

948 Os valores de pH apresentaram comportamento linear ($P \leq 0,05$) enquanto a produção de
949 AGV (mmol/L) e as proporções de acetato, propionato e butirato no líquido ruminal
950 apresentaram comportamento quadrático ($P \leq 0,05$).

951 Os parâmetros sanguíneos não apresentaram diferenças significativas entre os
952 tratamentos ($P > 0,05$).

953 Os parâmetros comportamentais apresentaram comportamento quadrático ($P \leq 0,05$)
954 para tempo em ócio e ruminação. O tempo em alimentação não foi influenciado pelos
955 níveis de FDN de forragem ($P > 0,05$).

956 **Discussão**

957 Os consumos de nutrientes dos animais em estudo foram impactados significativamente,
958 de forma quadrática, sendo as dietas com 0,0% e a com 9,5% de FDN_{for} impactadas de
959 forma negativa (menores consumos; 7,51 e 8,87 kg/animal/dia). As dietas com 5,5% e
960 2,5% de FDN_{for} melhoraram o consumo de MS. Como os requerimentos mínimos na
961 dieta de bovinos de corte ainda são controversos e não estão definidos (Sari et al., 2015;
962 Gentry et al., 2016) as dietas experimentais desafiaram os níveis de FDN_{for} e por
963 consequência FDN_{fe}. Mertens (2002) e Fox e Tedeschi (2002) sugeriram 15% e 7%
964 como valores mínimos para FDN_{fe} em dietas de confinamento. De modo geral, quando
965 comparados por custo de energia, os alimentos volumosos são menos atrativos do que
966 alimentos concentrados energéticos, como o milho. Além disso, a demanda em volume
967 de dieta em matéria natural será maior em dietas com maior inclusão de volumoso, o

968 que irá aumentar a necessidade de investimentos em operação de trato, estrutura para
969 estocar com qualidade os alimentos volumosos, e o maior volume de esterco a ser
970 manuseado devido a maior produção fecal (Crawford et al., 2008; Chibisa et al., 2020).
971 Deste modo, grãos de cereais são utilizados para aumentar a densidade energética das
972 dietas e a digestibilidade visando maior desempenho zootécnico. Entretanto, dietas com
973 alta concentração de carboidratos fermentáveis representam maior desafio para saúde
974 ruminal, devido a capacidade destes carboidratos tornarem o ambiente mais ácido com
975 sua fermentação, podendo resultar em desordens metabólicas graves como a acidose
976 metabólica, ou então em situações onde não temos sinais clínicos evidentes, mas
977 provocam limitação no consumo de nutrientes e conseqüentemente menor desempenho
978 zootécnico (Nagaraja e Lechtenberg, 2007; Allen, 2014; Llonch et al., 2020). O controle
979 ou limitação do consumo em animais ruminantes, está ligado a dois mecanismos, um por
980 limitação física através do preenchimento ruminal, e o outro por regulação metabólica
981 através de fatores quimiostáticos (NASEM, 2016). A limitação física ruminal está mais
982 associada a situações onde a demanda animal é alta ou a dieta tem alta capacidade de
983 preenchimento ruminal (dieta com baixa densidade) (Allen, 2014). Mertens (1994) e
984 Huhtanen et al. (2016) desenvolveram estimativas para prever o enchimento ruminal
985 máximo, levando em consideração o consumo de FDN em proporção ao peso corporal
986 (12,5 e 13,4 g de FDN/kg de PC, respectivamente). Com base nestas estimativas, o
987 consumo não foi limitado pelo mecanismo de enchimento ruminal, visto que os
988 consumos em g de FDN/kg de PC do estudo não ultrapassaram valores de 6,3 g de
989 FDN/kg de PC, direcionando maior ligação a limitação por fatores quimiostáticos.
990 Ao incluirmos maior nível de FDNfor, o consumo apresentou comportamento
991 quadrático, de forma que o ponto de máximo se deu quando o teor de FDNfor foi de
992 5,6%. Outros estudos que avaliaram níveis de FDNfor, também observaram este

993 comportamento de aumento no CMS nos tratamentos com maiores níveis de FDNfor
994 (Marques et al, 2016; Santos et al, 2017; Melo et al, 2019). Este comportamento de
995 aumento no CMS, está ligado ao fator da menor densidade energética destas dietas com
996 mais volumoso, que resultará em compensação dos mecanismos quimiotáticos em busca
997 de manter a ingestão energética (Krehbiel et al, 2006; Marques et al., 2016).

998 Com a menor participação de FDNfor nas dietas, a digestibilidade da FDN foi
999 prejudicada, mas a digestibilidade da MS, MO e EE não foram impactadas. Com a maior
1000 participação de carboidratos fermentáveis na dieta espera-se que a digestibilidade da
1001 dieta seja melhorada, em contrapartida a digestibilidade da fibra será prejudicada
1002 devido a alteração esperada em pH ruminal (Boerman et al, 2015; Goulart et al., 2020).

1003 Calsamiglia et al. (2002) avaliando o impacto do pH sobre a fermentação microbiana e
1004 fluxo de nutrientes *in vitro* constataram que a digestibilidade da fibra é prejudicada em
1005 2-3% para cada 0,1 unidades que o pH cair. A dieta com 0,0% de FDNfor apresentou
1006 digestibilidade da fibra -21% em relação a dieta 9,5% de FDNfor, e levando em conta a
1007 diferença de pH ruminal entre estes mesmo tratamentos (-0,5 unidades no pH), a
1008 digestibilidade da fibra foi prejudicada mais do que Calsamiglia et al. (2002) predizem.

1009 Wang et al. (2021) avaliando a associação de hidrogênio e pH ruminal sobre a
1010 digestibilidade de fibra e composição microbiana, encontraram redução nas cópias de
1011 RNA da bactéria *Fibrobacter succinogenes* em dieta que apresentava maior nível de
1012 amido, resultado que corrobora com fato de que dietas com maior amido e mais energia,
1013 impactam bactérias fibrolíticas, e conseqüentemente a digestibilidade da fibra da dieta.

1014 Com a menor participação de FDNfor nas dietas, o ambiente ruminal se tornou mais
1015 ácido, apresentando valores de pH com comportamento linear decrescente com a saída
1016 do volumoso. A acidose ruminal subaguda (SARA) trata-se de períodos em que o pH
1017 ruminal se encontra deprimido sem levar a sinais clínicos evidentes de acidose. O valor

1018 de pH para definir SARA é divergente, mas a literatura apresenta valores que vão de 5,5
1019 a 5,8 como média diária para considerar SARA (Llonch et al., 2020). Além do pH médio
1020 diário, alguns trabalhos apontam que não só a média diária é importante para definir
1021 SARA, mas também o período de tempo em que o pH permaneceu abaixo deste limite.
1022 Plaizier et al. (2008) e Zebeli et al. (2008) apontam que valores de pH abaixo de 5,6 por
1023 mais que 3 horas/dia e 5,8 por mais que 5 horas/dia caracterizariam SARA
1024 respectivamente. Apesar de não obtermos o número de horas em pH característico para
1025 SARA, as médias diárias mostram que o ambiente ruminal em termos de pH
1026 encontravam-se em desafio, até podendo ser caracterizadas como SARA. Goulart et al.
1027 (2020) avaliou dieta contendo 11% de FDNfor e os animais apresentaram valor de pH
1028 médio de 5,84, recomendando que dietas com este nível de FDNfor devem ser utilizados
1029 com cautela, pois proporcionaram menor proporção da camada de partículas da fase
1030 sólida do rumen (que estimulam a ruminação), menor tempo de mastigação e valores
1031 muito próximos de 5,8. A redução do pH é resultado da fermentação ruminal e acúmulo
1032 dos produtos desta fermentação (Mao et al., 2013) e/ou por falta de eficácia da fibra
1033 dietética em estimular mastigação que levará a produção de tampão via saliva (Allen,
1034 1997). Observa-se que conforme a FDNfor diminuiu nas dietas experimentais, a
1035 produção de AGVs teve comportamento quadrático, tendo como ponto de máximo com
1036 teor de FDNfor de 4,41%, fator este que contribuiu para menor valor de pH nestes
1037 tratamentos comparativamente ao tratamento com 9,5% de FDNfor. As fontes de fibra
1038 podem apresentar variação em termos de eficácia em estimular ruminação em função da
1039 aspereza, digestibilidade e tamanho de partícula (Allen,1997). Shain et al., (1999)
1040 observaram que os animais que tinham a palha de trigo como fonte de volumoso na
1041 dieta em 5,6% da MS apresentaram maior tempo de ruminação do que os animais que
1042 foram alimentados com dieta com 10% de alfafa. E Gourlart et al. (2020) ao aumentar de

1043 aproximadamente 10% para 20% de FDNfor proveniente de silagem de milho, obteve
1044 pH de 5,48 para 6,10 respectivamente, mostrando que o aumento da participação da
1045 FDNfor foi capaz de proporcionar aumento no pH ruminal de modo significativo.
1046 Gourelart et al. (2020) também avaliou outros tratamentos com fonte de fibra de modo
1047 adicional aos aproximadamente 10% proveniente de silagem de milho. Sendo as outras
1048 fontes avaliadas a cana de açúcar, o bagaço de cana de açúcar, casca de soja e torta de
1049 algodão com baixo teor de óleo, de modo em que estas fontes proporcionassem
1050 aproximadamente mais 10 pontos percentuais de FDN. Assim como o aumento de 10%
1051 para 20% de FDNfor vinda de silagem de milho, as demais fontes adicionadas visando
1052 aumentar em 10 pontos percentuais do FDN também foram efetivas em aumentar o
1053 valor de pH acima de 6,00, exceto a casca de soja. Portanto, para aumentar os valores de
1054 pH obtidos no estudo, e diminuir o risco de SARA, pode-se adotar a estratégia de
1055 aumentar o nível de FDNfor ou adicionar fontes de fibra mais eficazes em termos de
1056 estímulo de ruminação.

1057 Além da quantidade de AGVs gerados, a qualidade também foi influenciada pelos
1058 tratamentos, onde os tratamentos com menor FDNfor tiveram suas proporções de
1059 acetato e butirato diminuída e proporção de propionato aumentada. Este
1060 comportamento está de acordo com a literatura, pois dietas com maior participação de
1061 concentrado favorecem bactérias ruminais que tem como produto final da fermentação
1062 o propionato, enquanto dietas com maior participação de alimentos fibrosos favorecem
1063 bactérias que tem como produto final da fermentação o acetato, butirato e metano
1064 (Martin et al. 2010; Doreau et al. 2011).

1065 Os parâmetros comportamentais, nos indicam que para alguns tratamentos,
1066 principalmente os com menor participação de FDNfor, de fato, a quantidade e/ou a fonte
1067 utilizada não foi eficiente em estimular ruminação e conseqüentemente impactaram

1068 outras variáveis como pH ruminal. Visto que o tamponamento ruminal em grande parte
1069 é por consequência da entrada de bicarbonato via salivação através da alimentação ou
1070 ruminação (Owens et al., 1998), o tempo despendido com ruminação do tratamento com
1071 0% de FDNfor (30 minutos por dia) se mostrou muito crítico e poderia ter resultado em
1072 valores de pH ruminal até abaixo do que apresentou (5,7) ao se considerar estes baixos
1073 períodos de ruminação. Apesar do baixo tempo em ruminação, principalmente do
1074 tratamento 0% de FDNfor, os valores de pH ruminal podem não ter sido ainda mais
1075 ácidos devido os animais regularem/limitarem o consumo de matéria seca de modo a
1076 evitar entrada de mais material fermentável no rumen, o que agravaria o ambiente
1077 ruminal em termos de pH e acúmulo de produtos da fermentação (Forbes, 2003).

1078

1079

Conclusões

1080 O nível de silagem de milho pode ser reduzido para obter valores de FDN de volumoso
1081 entre 5,5 até 2,5% da MS visando maximizar o CMS de bovinos de corte confinados.
1082 Entretanto, com base no pH ruminal, os animais ficaram no limiar para acidose ruminal
1083 subaguda. Portanto, principalmente onde o manejo de cocho é questionável, seria
1084 indicado adotar dietas com maior FDNfor ou fontes de fibra que proporcionem maior
1085 estímulo de ruminação.

1086

Agradecimentos

1087 Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)
1088 pela bolsa de estudo fornecida ao primeiro autor. Também agradecemos aos alunos de
1089 graduação e de pós-graduação da UFMS e funcionários da Fazenda Escola da UFMS que
1090 auxiliaram na execução da pesquisa de campo.

1091

Referências

- 1092 ABIEC. 2019. Beef Report: Perfil da Pecuária no Brasil. Disponível em:
1093 <http://www.abiec.com.br/Sumario2019.aspx>. Acesso em: 14/06/2020.
1094 Academies Press. doi:177226/19014.
- 1095 Allen, M. S. 2014. Drives and limits to feed intake in ruminants. *Animal Production*
1096 *Science*, 54(10), 1513-1524. <https://doi.org/10.1071/AN14478>.
- 1097 Allen, M.S. 1997. Relationship between fermentation acid production in the rumen and
1098 the requirement for physically effective fiber. *Journal of dairy science*, v. 80, n. 7, p.
1099 1447-1462. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76074-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76074-0).
- 1100 AOAC - Association of Official Analytical Chemists. 2000. Official methods of analysis.
1101 17th ed. AOAC International, Gaithersburg, MD.
- 1102 Beauchemin, K. A.; Yang, W. Z.; Rode, L. M. 2003. Effects of particle size of alfalfa-based
1103 dairy cow diets on chewing activity, ruminal fermentation, and milk production1.
1104 *Journal of Dairy Science*, v. 86, n. 2, p. 630-643. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73641-8)
1105 [0302\(03\)73641-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73641-8).
- 1106 Boerman, J.P., Potts, S.B., VandeHaar, M.J., Lock, A.L., 2015. Effects of partly replacing
1107 dietary starch with fiber and fat on milk production and energy partitioning. *J. Dairy Sci.*
1108 98, 7264–7276. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9467>.
- 1109 Calsamiglia, S., Ferret, A., & Devant, M. 2002. Effects of pH and pH fluctuations on
1110 microbial fermentation and nutrient flow from a dual-flow continuous culture system.
1111 *Journal of dairy science*, 85(3), 574-579. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74111-8)
1112 [0302\(02\)74111-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74111-8)
- 1113 Chibisa, G. E., Beauchemin, K. A., Koenig, K. M., & Penner, G. B. 2020. Optimum roughage
1114 proportion in barley-based feedlot cattle diets: total tract nutrient digestibility,
1115 rumination, ruminal acidosis, short-chain fatty absorption, and gastrointestinal tract

- 1116 barrier function. Journal of Animal Science, 98(6).
 1117 <https://doi.org/10.1093/jas/skaa160>.
- 1118 Crawford, G. I., Keeler, C. D., Wagner, J. J., Krehbiel, C. R., Erickson, G. E., Crombie, M. B., &
 1119 Nunnery, G. A. 2008. Effects of calcium magnesium carbonate and roughage level on
 1120 feedlot performance, ruminal metabolism, and site and extent of digestion in steers fed
 1121 high-grain diets. Journal of animal science, 86(11), 2998-3013.
 1122 <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0070>.
- 1123 Doreau, M., Van Der Werf, H. M. G., Micol, D., Dubroeuq, H., Agabriel, J., Rochette, Y., &
 1124 Martin, C. 2011. Enteric methane production and greenhouse gases balance of diets
 1125 differing in concentrate in the fattening phase of a beef production system. Journal of
 1126 Animal Science, 89(8), 2518-2528. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3140>.
- 1127 Erwin, E. S. et al. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas
 1128 chromatography. Journal of dairy science, v. 44, p. 1768-1771, 1961.
- 1129 Fenner, H. et al. Method for determining total volatile bases in rumen fluid by steam
 1130 distillation. Journal of Dairy Science, v. 48, p. 249-251, 1965.
- 1131 Forbes, J. M. 2003. The multifactorial nature of food intake control. Journal of Animal
 1132 Science, 81(14_suppl_2), E139-E144.
 1133 https://doi.org/10.2527/2003.8114_suppl_2E139x.
- 1134 Fox, D. G. e Tedeschi, L. O. 2002. Application of physically effective fiber in diets for
 1135 feedlot cattle. Disponível em:
 1136 https://www.researchgate.net/publication/241758477_Application_of_Physically_Effective_Fiber_in_Diets_for_Feedlot_Cattle.
 1137
- 1138 Gentry, W. W.; Weiss, C. P.; Meredith, C. M.; McCollum, F. T.; Cole, N. A.; Jennings, J. S.
 1139 2016. Effects of roughage inclusion and particle size on performance and rumination
 1140 behavior of finishing beef steers. Journal of animal science, v. 94, n. 11, p. 4759-4770.

- 1141 González, L. A.; Manteca, X.; Calsamiglia, S.; Schwartzkopf-Genswein, K. S.; Ferret, A.
1142 2012. Ruminant acidosis in feedlot cattle: Interplay between feed ingredients, rumen
1143 function and feeding behavior (a review). *Animal Feed Science and Technology*, v. 172,
1144 n. 1-2, p. 66-79. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.12.009>.
- 1145 Goulart, R. S., Vieira, R. A., Daniel, J. L., Amaral, R. C., Santos, V. P., Toledo Filho, S. G., ... &
1146 Nussio, L. G. 2020. Effects of source and concentration of neutral detergent fiber from
1147 roughage in beef cattle diets on feed intake, ingestive behavior, and ruminal kinetics.
1148 *Journal of animal science*, 98(5). <https://doi.org/10.1093/jas/skaa107>.
- 1149 Granja-Salcedo, Y.T.; Ribeiro Júnior, C. S.; de Jesus, R.B.; Gomez-Insuasti, A. S.; Rivera,
1150 A.R.; Messana, J.D.; Canesin, R.C.; Berchielli, T.T. 2016. Effect of different levels of
1151 concentrate on ruminal microorganisms and rumen fermentation in Nelore steers.
1152 *Archives of animal nutrition*, v. 70, n. 1, p. 17-32.
1153 <https://doi.org/10.1080/1745039x.2015.1117562>.
- 1154 Huhtanen, P., Detmann, E., & Krizsan, S. J. 2016. Prediction of rumen fiber pool in cattle
1155 from dietary, fecal, and animal variables. *Journal of dairy science*, 99(7), 5345-5357.
1156 <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10842>.
- 1157 Krehbiel, C. R., Cranston, J. J., & McCurdy, M. P. 2006. An upper limit for caloric density of
1158 finishing diets. *Journal of Animal Science*, 84(suppl_13), E34-E49.
1159 https://doi.org/10.2527/2006.8413_supplE34x.
- 1160 Lammers, B.P.; Buckmaster, D.R.; Heinrichs, A.J. 1996. A Simple Method for the Analysis
1161 of Particle Sizes of Forage and Total Mixed Rations. *Journal of Dairy Science* 79:922-928.
1162 [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(96\)76442-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(96)76442-1).
- 1163 Llonch, L., L. Castillejos, and A. Ferret. 2020. Increasing the content of physically effective
1164 fiber in high-concentrate diets fed to beef heifers affects intake, sorting behavior, time

- 1165 spent ruminating, and rumen pH. *J. Anim. Sci.* 98:19.
1166 <https://doi.org/10.1093/jas/skaa192>.
- 1167 Mao, S. Y., Zhang, R. Y., Wang, D. S., & Zhu, W. Y. 2013. Impact of subacute ruminal
1168 acidosis (SARA) adaptation on rumen microbiota in dairy cattle using pyrosequencing.
1169 *Anaerobe*, 24, 12-19. <https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2013.08.003>.
- 1170 Marques, R. S., Chagas, L. J., Owens, F. N., & Santos, F. A. P. 2016. Effects of various
1171 roughage levels with whole flint corn grain on performance of finishing cattle. *Journal of*
1172 *animal science*, 94(1), 339-348. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-9758>.
- 1173 Martin, C., Morgavi, D. P., & Doreau, M. 2010. Methane mitigation in ruminants: from
1174 microbe to the farm scale. *Animal*, 4(3), 351-365.
1175 <https://doi.org/10.1017/S1751731109990620>.
- 1176 Mertens, D. 1994. Regulation of forage intake. Forage quality, evaluation, and utilization,
1177 450-493. <https://doi.org/10.2134/1994.foragequality.c11>.
- 1178 Mertens, D. R. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows.
1179 *Journal of dairy science*, v. 80, n. 7, p. 1463-1481. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(97)76075-2)
1180 [0302\(97\)76075-2](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(97)76075-2).
- 1181 Mertens, D. R. 2002. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent
1182 fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. *Journal of AOAC*
1183 *international*, v. 85, n. 6, p. 1217-1240. <https://doi.org/10.1093/jaoac/85.6.1217>.
- 1184 Mertens, D. R. 2002. Measuring fiber and its effectiveness in ruminant diets. In *Proc.*
1185 *Plains Nutr. Cncl. Spring Conf. San Antonio, TX* (pp. 40-66).
1186 [http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.727.5023&rep=rep1&type=](http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.727.5023&rep=rep1&type=pdf#page=47)
1187 [pdf#page=47](http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.727.5023&rep=rep1&type=pdf#page=47).

- 1188 Nagaraja, T. G., & Lechtenberg, K. F. 2007. Acidosis in feedlot cattle. *Veterinary Clinics of*
1189 *North America: Food Animal Practice*, 23(2), 333-350.
1190 <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.04.002>.
- 1191 National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (NASEM). 2016. *Nutrient*
1192 *Owens, F. N., Secrist, D. S., Hill, W. J., & Gill, D. R. 1998. Acidosis in cattle: a review. Journal*
1193 *of animal science*, 76(1), 275-286. <https://doi.org/10.2527/1998.761275x>.
- 1194 Plaizier, J. C., Krause, D. O., Gozho, G. N., & McBride, B. W. 2008. Subacute ruminal
1195 acidosis in dairy cows: the physiological causes, incidence and consequences. *The*
1196 *Veterinary Journal*, 176(1), 21-31. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.12.016>.
- 1197 *Requirements of Beef Cattle, Eighth Revised Edition. Washington, DC: The National*
1198 *Santos, F. A. P., Fernandes, J. J. D. R., Drouillard, J. S., Oliveira, L. G., & Leite, L. S. 2017. 611*
1199 *Varying levels of low quality grass hay NDF in finishing diets for Nellore cattle. Journal of*
1200 *Animal Science*, 95(suppl_4), 299-299. <https://doi.org/10.2527/asasam.2017.612>.
- 1201 Sari, M.; Ferret, A.; Calsamiglia, S. 2015. Effect of pH on in vitro microbial fermentation
1202 and nutrient flow in diets containing barley straw or non-forage fiber sources. *Animal*
1203 *Feed Science and Technology*, v. 200, p. 17-24.
1204 <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.11.011>.
- 1205 Shain, D. H., Stock, R. A., Klopfenstein, T. J., & Herold, D. W. 1999. The effect of forage
1206 source and particle size on finishing yearling steer performance and ruminal
1207 metabolism. *Journal of animal science*, 77(5), 1082-1092.
1208 <https://doi.org/10.2527/1999.7751082x>.
- 1209 Turgeon, O. A.; Szasz, J. I.; Koers, W. C.; Davis, M. S.; Vander Pol, K. J. 2010. Manipulating
1210 grain processing method and roughage level to improve feed efficiency in feedlot cattle.
1211 *Journal of animal science*, v. 88, n. 1, p. 284-295. [https://doi.org/10.2527/jas.2009-](https://doi.org/10.2527/jas.2009-1859)
1212 [1859](https://doi.org/10.2527/jas.2009-1859).

- 1213 Wada, F. Y.; Prado, I. N.; Silva, R. R.; Moletta, J. L.; Visentainer, J. V.; Zeoula, L. M. Grãos de
1214 linhaça e de canola sobre o desempenho, digestibilidade aparente e características de
1215 carcaça de novilhas nelore terminadas em confinamento. *Ciência Animal Brasileira*, v. 9,
1216 n. 4, p. 883-895, 2008.
- 1217 Wang, R., Wang, M., Lin, B., Ungerfeld, E. M., Ma, Z. Y., Wu, T. T., ... & Tan, Z. L. 2021.
1218 Associations of ruminal hydrogen and pH with fiber digestibility and microbiota
1219 composition induced by increasing starch intake in beef cattle. *Animal Feed Science and*
1220 *Technology*, 114980. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.114980>.
- 1221 Zebeli, Q., Dijkstra, J., Tafaj, M., Steingass, H., Ametaj, B. N., & Drochner, W. 2008.
1222 Modeling the adequacy of dietary fiber in dairy cows based on the responses of ruminal
1223 pH and milk fat production to composition of the diet. *Journal of dairy science*, 91(5),
1224 2046-2066. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0572>.
- 1225 Zebeli, Q.; Dijkstra, J.; Tafaj, M.; Steingass, H.; Ametaj, B. N.; Drochner, W. 2008. Modeling
1226 the adequacy of dietary fiber in dairy cows based on the responses of ruminal pH and
1227 milk fat production to composition of the diet. *Journal of Dairy Science*, v. 91, n. 5, p.
1228 2046-2066. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0572>.
- 1229

1230

Tabelas

1231

1232 Tabela 1 - Ingredientes e composição nutricional das dietas experimentais.

Ingredientes, %	Níveis FDN proveniente de volumoso, % ^a			
	9,5	5,5	2,5	0
Silagem de milho	20,0	13,5	7,0	0,0
Torta de algodão	0,0	8,0	16,5	23,0
Milho moído	61,9	65,1	69,2	74,0
Farelo de algodão	15,5	10,8	4,5	0,0
Núcleo ^b	2,0	2,0	2,0	2,0
Ureia	0,6	0,6	0,8	1,0

Nutrientes, % ^c	Níveis FDN proveniente de volumoso, %			
	9,5	5,5	2,5	0
MS	62,6	68,8	76,3	86,3
MO	95,8	95,8	95,9	96,0
PB	14,2	14,4	14,8	15,4
FDN	29,0	28,9	28,6	27,9
FDNef _{8mm}	8,2	5,8	3,2	3,4
FDNef _{1,18mm}	19,2	16,4	15,3	27,3
EE	4,1	4,6	5,2	5,6

1233 ^aOs tratamentos foram dietas com os seguintes níveis de fibra em detergente neutro (FDN) provenientes
 1234 de silagem de milho: 9,5%; 5,5%; 2,5%; e 0,0%.

1235 ^bForam utilizados os aditivos monensina e virginiamicina em todos os tratamentos na concentração de
 1236 25mg/kg de cada aditivo na dieta final.

1237 ^cMatéria seca, MS, matéria orgânica, MO, proteína bruta, PB, extrato etéreo, EE, e FDN efetivo (FDNef).

1238

1239 Tabela 2 - Consumo de bovinos de corte fistulados confinados recebendo dietas com
1240 diferentes níveis de FDN proveniente de volumoso.

Variáveis ^a	Níveis FDN proveniente de volumoso, % ^b				EPM	P - value ^c	
	9,5	5,5	2,5	0		Lin	Quad
MS (kg)	8,87	10,37	9,25	7,51	0,277	0,0764	0,0007
MO (kg)	8,42	9,81	8,57	7,26	0,256	0,0814	0,0017
PB (kg)	1,16	1,43	1,44	1,17	0,041	0,6186	0,0039
EE (kg)	0,27	0,35	0,35	0,42	0,011	0,0001	0,0001
FDN (kg)	3,24	2,98	2,93	2,02	0,091	0,0001	0,0001
FDNef _{8mm} (kg)	0,81	0,67	0,33	0,29	0,030	0,0001	0,0001
FDNef _{1.18mm} (kg)	1,80	1,78	1,46	2,29	0,058	0,0606	0,0002

1241 ^aMatéria seca, MS, matéria orgânica, MO, proteína bruta, PB, extrato etéreo, EE, fibra em detergente
1242 neutro, FDN e FDN efetivo (FDNef).

1243 ^bOs tratamentos foram dietas com os seguintes níveis de fibra em detergente neutro (FDN) provenientes
1244 de silagem de milho: 9,5%; 5,5%; 2,5%; e 0,0%.

1245 ^cEquações:

1246 $Y_{MS} = 7.45528 + 0.99830 * \%FDN \text{ volumoso} - 0.08899 * \%FDN \text{ volumoso}^2$ ($R^2 = 0,79$)

1247 $Y_{MO} = 7.15650 + 0.86427 * \%FDN \text{ volumoso} - 0.07641 * \%FDN \text{ volumoso}^2$ ($R^2 = 0,82$)

1248 $Y_{PB} = 1.19212 + 0.12008 * \%FDN \text{ volumoso} - 0.01303 * \%FDN \text{ volumoso}^2$ ($R^2 = 0,83$)

1249 $Y_{EE} = 0.41244 - 0.01430 * \%FDN \text{ volumoso}$ ($R^2 = 0,71$)

1250 $Y_{EE} = 0.41367 - 0.01543 * \%FDN \text{ volumoso} + 0.00011645 * \%FDN \text{ volumoso}^2$ ($R^2 = 0,71$)

1251 $Y_{FDN} = 2.30103 + 0.11267 * \%FDN \text{ volumoso}$ ($R^2 = 0,70$)

1252 $Y_{FDN} = 2.10257 + 0.29393 * \%FDN \text{ volumoso} - 0.01876 * \%FDN \text{ volumoso}^2$ ($R^2 = 0,64$)

1253 $Y_{FDNef8mm} = 0.26540 + 0.05983 * \%FDN \text{ volumoso}$ ($R^2 = 0,25$)

1254 $Y_{FDNef8mm} = 0.25816 + 0.06644 * \%FDN \text{ volumoso} - 0.00068405 * \%FDN \text{ volumoso}^2$ ($R^2 = 0,24$)

1255 Tabela 3 – Digestibilidade aparente de bovinos de corte fistulados confinados recebendo
 1256 dietas com diferentes níveis de FDN proveniente de volumoso.

Variáveis ^a	Níveis FDN proveniente de volumoso, % ^b				EPM	P – value ^c	
	9,5	5,5	2,5	0		Lin	Quad
MS (g/kg)	738,6	723,2	744,7	738,1	7,34	0,8034	0,8704
MO (g/kg)	770,9	741,9	750,7	780,3	7,85	0,7549	0,1488
PB (g/kg)	727,9	721,1	777,9	766,4	8,60	0,0238	0,0755
EE (g/kg)	797,7	792,73	660,6	793,8	15,26	0,2202	0,1111
FDN (g/kg)	650,6	516,4	551,0	513,7	13,58	0,0004	0,0002

1257 ^aMatéria seca, MS, matéria orgânica, MO, proteína bruta, PB, extrato etéreo, EE, e fibra em detergente
 1258 neutro, FDN.

1259 ^bOs tratamentos foram dietas com os seguintes níveis de fibra em detergente neutro (FDN) provenientes
 1260 de silagem de milho: 9,5%; 5,5%; 2,5%; e 0,0%.

1261 ^cEquações:

1262 $Y_{PB} = 771.91589 - 5.38912 * \%FDN \text{ volumoso} (R^2 = 0,84)$

1263 $Y_{FDN} = 502.59231 + 12.64854 * \%FDN \text{ volumoso} (R^2 = 0,65)$

1264 $Y_{FDN} = 527.34547 - 9.95831 * \%FDN \text{ volumoso} + 2.34010 * \%FDN \text{ volumoso}^2 (R^2 = 0,55)$

1265

1266 Tabela 4 – Parâmetros ruminiais de bovinos de corte fistulados confinados recebendo
 1267 dietas com diferentes níveis de FDN proveniente de volumoso.

Variáveis	Níveis FDN proveniente de volumoso, % ^a				EPM	P – value ^b	
	9,5	5,5	2,5	0		Lin	Quad
pH	6,2	5,8	5,8	5,7	0,05	0,0322	0,0787
NH ₃	13,2	12,5	7,5	12,5	0,69	0,1959	0,1267
AGV Total (mmol/L)	124,5	138,7	150,8	125,4	3,78	0,4890	0,0459
Acetato (%)	56,1	51,2	48,4	49,1	0,89	0,0014	0,0029
Propionato (%)	31,7	36,9	41,9	40,2	1,02	0,0003	0,0007
Butirato (%)	9,8	8,5	6,9	7,9	0,37	0,0192	0,0359

1268 ^aOs tratamentos foram dietas com os seguintes níveis de fibra em detergente neutro (FDN) provenientes
 1269 de silagem de milho: 9,5%; 5,5%; 2,5%; e 0,0%.

1270 ^bEquações:

1271 $Y_{pH} = 5.78399 + 0.03155 * \%FDN \text{ volumoso} (R^2 = 0,96)$

1272 $Y_{AGV \text{ TOTAL}} = 128.60574 + 7.92461 * \%FDN \text{ volumoso} - 0.89717 * \%FDN \text{ volumoso}^2 (R^2=0,89);$

1273 $Y_{Acetato} = 47.76426 + 0.78873 * \%FDN \text{ volumoso} (R^2=0,91);$

1274 $Y_{Acetato} = 48.88849 - 0.23802 * \%FDN \text{ volumoso} + 0.10628 * \%FDN \text{ volumoso}^2 (R^2=0,90);$

1275 $Y_{Propionato} = 42.13065 - 1.01453 * \%FDN \text{ volumoso} (R^2=0,88);$

1276 $Y_{Propionato} = 40.82469 + 0.17819 * \%FDN \text{ volumoso} - 0.12346 * \%FDN \text{ volumoso}^2 (R^2= 0,88);$

1277 $Y_{Butirato} = 7.19657 + 0.24708 * \%FDN \text{ volumoso} (R^2=0,95);$

1278 $Y_{Butirato} = 7.62264 + 0.14204 * \%FDN \text{ volumoso} + 0.04028 * \%FDN \text{ volumoso}^2 (R^2=0,94)$

1279

1280 Tabela 5 – Parâmetros sanguíneos de bovinos de corte fistulados confinados recebendo
 1281 dietas com diferentes níveis de FDN proveniente de volumoso.

Variáveis ^a	Níveis FDN proveniente de volumoso, % ^b				EPM	<i>P</i> – value	
	9,5	5,5	2,5	0		Lin	Quad
AST	70,4	83,6	118,3	58,6	14,27	0,9116	0,5640
ALB	32,5	36,5	36,5	34,0	1,05	0,5415	0,2881
CREAT	1,3	1,8	1,37	1,4	0,13	0,9210	0,5204
PT	73,0	74,7	72,1	69,8	1,79	0,4996	0,6556
UR	39,1	36,2	29,9	28,5	2,71	0,1192	0,3099

1282 ^aAspartato aminotransferase, AST, albumina, ALB, creatinina, CREAT, proteína total, PT, ureia, UR.

1283 Os tratamentos foram dietas com os seguintes níveis de fibra em detergente neutro (FDN) provenientes
 1284 de silagem de milho: 9,5%; 5,5%; 2,5%; e 0,0%.

1285

1286 Tabela 6 – Parâmetros comportamentais de bovinos de corte fistulados confinados
 1287 recebendo dietas com diferentes níveis de FDN proveniente de volumoso.

Variáveis ^a	Níveis FDN proveniente de volumoso, % ^a				EPM	P – value ^b	
	9,5	5,5	2,5	0		Lin	Quad
Ócio	1055	1059	1085	1273	31,4	0,0168	0,0084
Ruminação	227	218	174	30	26,8	0,0065	0,0043
Alimentação	162	167	185	141	12,5	0,7630	0,6657

1288 ^aOs tratamentos foram dietas com os seguintes níveis de fibra em detergente neutro (FDN) provenientes
 1289 de silagem de milho: 9,5%; 5,5%; 2,5%; e 0,0%.

1290 ^bEquações:

1291 $Y_{\text{Ócio}} = 1205,35492 - 20,15255 * \% \text{FDN volumoso}$ (R²=0,65)

1292 $Y_{\text{Ócio}} = 1259,42214 - 69,53170 * \% \text{FDN volumoso} + 5,11137 * \% \text{FDN volumoso}^2$ (R²=0,48)

1293 $Y_{\text{Ruminação}} = 79,24969 + 19,02864 * \% \text{FDN volumoso}$ (R²=0,58)

1294 $Y_{\text{Ruminação}} = 37,14455 + 57,48292 * \% \text{FDN volumoso} - 3,98051 * \% \text{FDN volumoso}^2$ (R²=0,43)

1295

1296 **Níveis de fibra em detergente neutro proveniente de forragem sobre o**
1297 **desempenho e características de carcaça de novilhos Nelore confinados**

1298

1299 **Marcus Vinicius Garcia Niwa, Luís Carlos Vinhas Ítavo***

1300

1301 Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do

1302 Sul, Avenida Senador Filinto Muller, nº. 2443, Campo Grande, MS, 79070-900, Brazil.

1303 *Autor correspondente: luis.itavo@ufms.br

1304 **Níveis de fibra em detergente neutro proveniente de forragem sobre o**
1305 **desempenho e características de carcaça de novilhos Nelore confinados**

1306

1307 **RESUMO:** O objetivo foi avaliar o efeito de níveis de fibra em detergente neutro (FDN)
1308 proveniente de forragem sobre o desempenho e características de carcaça e de carne de
1309 novilhos Nelore confinados. Foram utilizados 24 novilhos não castrados com $330 \pm 4,54$
1310 kg de peso corporal (PC) e 18 ± 1 meses de idade. Os animais foram distribuídos em 4
1311 tratamentos nutricionais, sendo estes: 9,5%; 5,5%; 2,5%; e 0,0% de FDN proveniente de
1312 silagem de milho. Foram mensurados, durante os 114 dias de confinamento, o consumo
1313 de nutrientes, ganho de peso, conversão alimentar, e após abate avaliadas as
1314 características de carcaça e carne dos animais. Foi detectado efeito quadrático para
1315 consumo de matéria seca (MS), proteína bruta, extrato etéreo, FDN, e FDN efetivo
1316 (FDNef_{8mm} e FDNef_{1,18 mm}). Não foram detectados efeitos lineares e quadráticos para peso
1317 inicial, peso final, peso de carcaça quente, rendimento de carcaça, profundidade interna
1318 e externa, comprimento de carcaça, pH, espessura de gordura subcutânea e área de olho
1319 de lombo. Foi detectado efeito quadrático para ganho médio diário (GMD) e conversão
1320 alimentar (CA). Não foram detectados efeitos lineares e quadráticos para as variáveis de
1321 cor da carne e da gordura. A concentração de FDN de forragem que proporcionou maior
1322 consumo de MS (1,97% do PC) foi 5,10%, maior GMD foi 4,90% e a menor CA (5,6 kg
1323 MS/kg PC) foi 3,85%, respectivamente. Assim, apesar da concentração de FDN de
1324 forragem não afetar as características de carcaça, cor da gordura e da carne, níveis entre
1325 3,85 até 5,10% de FDN de forragem, melhoram o desempenho produtivo de novilhos
1326 Nelore.

1327 *Palavras-chave:* bovinos, confinamento, fibra efetiva, FDN efetivo, silagem

1328

1329 **Introdução**

1330 O Brasil está entre os países com maior rebanho comercial de bovinos, sendo o segundo
1331 maior produtor de carne mundial, com mais de 187 milhões de animais. Do total de
1332 animais abatidos em 2020, 15,6% eram provenientes de sistemas com confinamentos
1333 (ABIEC,2021).

1334 De modo geral, dietas de confinamento utilizam maior quantidade de concentrado, com
1335 objetivo de aumentar a eficiência produtiva (Granja-Salcedo et al., 2016). Além disso, o
1336 custo por megacaloria de energia líquida para manutenção e ganho, a eficiência e custos
1337 operacionais tendem ao uso de dietas com alto teor de concentrado (Brown et al., 2006;
1338 Oliveira e Millen, 2014).

1339 Segundo levantamento realizado por Pinto e Millen (2019), a média de inclusão de
1340 volumoso nas dietas de terminação foi de 20,6% na matéria seca (MS), sendo a silagem
1341 de milho citada pela maioria dos nutricionistas (63,6%) como fonte de volumoso. De
1342 maneira geral, as fontes de volumoso são adicionadas nas dietas para terminação em
1343 confinamento para manter a saúde ruminal, estimular o consumo de MS e energia
1344 (Galyean e Defoor, 2003; Nagaraja e Lechtenberg, 2007; Arelovich et al., 2008).

1345 Apesar das vantagens na eficiência produtiva, manejo operacional, custos e densidade
1346 calórica, o nível de volumoso na dieta deve ser otimizado para evitar distúrbios
1347 digestivos (Turgeon et al., 2010). Com a menor relação volumoso:concentrado o valor do
1348 pH ruminal será menor, sendo que valores mais ácidos que 5,8, por mais de 5,24 horas
1349 por dia, devem ser evitados, pois podem resultar na diminuição no consumo de
1350 nutrientes, utilização de nutrientes, menor atividade de microrganismos fibrolíticos, e
1351 menor fermentação e digestão da fibra dietética por consequência de acidose ruminal
1352 sub-aguda (Zebeli et al., 2008; González et al. 2012). Valores de pH mais ácidos são
1353 resultados do alto teor de alimentos fermentáveis e o acúmulo dos produtos da

1354 fermentação (ácidos graxos voláteis), além do teor insuficiente do volumoso ou de
1355 volumoso com baixa quantidade de fibra fisicamente efetiva (Beauchemin et al., 2003).
1356 O conceito de FDN fisicamente efetiva (FDNfe), é definido como a fração da FDN que
1357 estimula a ruminação, que por consequência estimularia a secreção de saliva e
1358 tamponamento pH ruminal, evitando ambiente ruminal desfavorável para o máximo
1359 desempenho animal (Allen, 1997; Mertens, 1997). Segundo Fox e Tedeschi (2002), a
1360 recomendação de FDNfe em dietas com alta densidade energética para manter pH acima
1361 de 5,7 é de 7 a 10% da MS.

1362 Forragens com mesmo tamanho de partícula podem apresentar capacidade de estimular
1363 mastigação de forma diferente (Mertens, 1997). Geralmente os requerimentos de FDNfe
1364 são atendidos utilizando forragens, entretanto subprodutos fibrosos podem se
1365 enquadrar como fonte alternativa de FDNfe (Harvatine et al., 2002). A importância das
1366 propriedades físicas da fibra na dieta de terminação de bovinos de corte em
1367 confinamento está bem definida, mas o requerimento mínimo, características da fibra
1368 dietética e fontes de FDNfe na dieta de bovinos de corte ainda são controversos e ainda
1369 não estão definidos (Sari et al., 2015; Gentry et al., 2016). Além disso, pouco se sabe
1370 sobre o efeito de diferentes níveis de FDN de forragens sobre as características de
1371 carcaça e coloração da carne.

1372 Deste modo, o objetivo foi avaliar o efeito de níveis de fibra em detergente neutro
1373 proveniente de forragem, sobre o desempenho e características da carcaça e de carne de
1374 bovinos de corte confinados.

1375

1376

Material e Métodos

1377 O experimento foi realizado no confinamento experimental da Fazenda-escola da
1378 Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso
1379 do Sul (FAMEZ – UFMS), Terenos, MS, Brasil (20°26'50.8"S 54°50'21.5"W).

1380 Este estudo foi conduzido estritamente de acordo com as recomendações do Guia do
1381 Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal. O protocolo experimental da
1382 pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal
1383 de Mato Grosso do Sul (Protocolo N° 1.181/2021). Foram utilizados 24 novilhos Nelore
1384 não castrados com $330 \pm 4,54$ kg de peso corporal (PC) e 18 ± 1 meses de idade, no
1385 sistema de terminação em confinamento durante 114 dias. Os animais, foram
1386 previamente identificados, vacinados contra aftosa (Aftobov; Boehringer Ingelheim,
1387 Paulínia, SP, Brasil) e vermifugados com ivermectina 1% (Ivomec; Merial, Paulinia, SP,
1388 Brasil).

1389 Os animais foram estratificados pelo PC inicial e aleatoriamente distribuídos em 1 de 4
1390 tratamentos experimentais: sendo estes, dietas com os seguintes níveis de FDN
1391 provenientes de silagem de milho: 9,5%; 5,5%; 2,5%; e 0,0%. Os novilhos foram
1392 alocados em 24 baias individuais [6/tratamento; 80 m² cada (4 × 20)]. Cada baia possuía
1393 um comedouro (4 m linear) e um bebedouro com abastecimento automático. As dietas
1394 experimentais (Tabela 1) foram fornecidas duas vezes ao dia (0800h e 1500h). As
1395 quantidades de alimentos fornecidos e de sobras foram registradas diariamente, com o
1396 objetivo de proporcionar sobras de 5% e calcular o consumo de nutrientes. Foram
1397 considerados os nutrientes MS, MO, PB, FDN e EE com base na matéria seca.

1398 Os animais foram pesados em jejum no dia 0 (início do experimento) e novamente, aos
1399 dias 28, 56, 84 e 114, sem realização de jejum, sempre no mesmo horário, descontando -
1400 se posteriormente 4% do peso vivo. Os intervalos entre as pesagens foram considerados
1401 como períodos experimentais (4 períodos) e a cada período calculado o ganho médio

1402 diário (GMD) [(Peso final-Peso inicial) /n° de dias do período] e a conversão alimentar
1403 (CA) [kg MS dia/ kg GMD]. Com a obtenção do PC e do consumo, foi possível calcular a
1404 conversão alimentar (kg de MS/kg PC). No início do experimento (d 0 até d 14), os
1405 animais passaram por período de adaptação as dietas, onde os níveis de forragem e
1406 concentrado foram ajustados até chegarem aos níveis experimentais. As dietas iniciaram
1407 com 100% de silagem de milho, e gradativamente, o concentrado foi incluído até
1408 alcançar os níveis descritos na Tabela 1. Os animais receberam as dietas definitivas do d
1409 14 ao 114.

1410 As amostras das dietas e das sobras coletadas formaram uma amostra composta por
1411 período e foram analisadas como descrito pelo AOAC (2000): matéria seca (MS; método
1412 930.15), matéria orgânica (MO; método 942.05), proteína bruta (PB; método 976.05) e
1413 extrato etéreo (EE; método 920.39). A concentração de FDN foi analisada, como descrito
1414 por Mertens (2002) utilizando alfa-amylase (Termamyl 120 L®; Novozymes, Barigui, SP,
1415 Brasil). A concentração de FDNfe, com 1,18mm e 8mm, foram analisadas segundo
1416 Mertens (1997) e Lammers et al (1996), respectivamente.

1417 Ao final do período experimental, quando os animais apresentaram peso corporal médio
1418 de $474,4 \pm 9,9$ kg, estes foram submetidos a jejum de sólidos por 16 horas e
1419 posteriormente abatidos em frigorífico comercial. As carcaças foram identificadas e
1420 pesadas e, em seguida, armazenadas em câmara fria a 2 °C até a manhã seguinte
1421 (aproximadamente 24 h após o abate, para as avaliações de carcaça). Na sequência,
1422 foram obtidas as medidas de carcaça e realizado do corte entre as 12^a e 13^a costelas da
1423 meia-carcaça direita para retirada de uma porção do músculo *Longissimus dorsi*. Neste
1424 foi mensurado a área de olho-de-lombo (AOL), utilizando-se grade reticulada (cm²), e a
1425 espessura da gordura subcutânea (EGS), utilizando-se paquímetro digital. O pH foi
1426 medido pela introdução do eletrodo na amostra obtida (Hanna Instruments Inc. modelo

1427 eat pH Meter HI 99163). A cor objetiva da carne e da gordura, foi determinada pela
1428 média de três mensurações em três pontos distintos de cada amostra, com o auxílio de
1429 espectrofotômetro portátil (Chroma Meter CR400, Konica Minolta), e adotada a escala L*
1430 (luminosidade), a* (teor de vermelho), b* (teor de amarelo) do sistema CIELab.
1431 Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e 6
1432 repetições/tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância usando o
1433 comando PROC GLM do pacote estatístico SAS (SAS University Edition, SAS Institute Inc.,
1434 Cary, CA, EUA). O teste F foi usado a 5% de significância. O modelo estatístico utilizado
1435 foi o seguinte: $Y_{ij} = \bar{y} + t_i + \bar{y}(X - X_{ij}) + e_{ij}$; onde: Y_{ij} = valor observado no tratamento i e
1436 na repetição j ; \bar{y} = média geral; t_i = efeito do tratamento (i = níveis de substituição da
1437 silagem de milho por torta de algodão); $\bar{y}(X - X_{ij})$ = efeito da covariável (peso vivo
1438 inicial); e e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação.

1439

1440

Resultados

1441 O consumo de MS, MO, PB, EE, FDN, FDN_{ef8mm} e $FDN_{ef1,18 mm}$ apresentaram
1442 comportamento quadrático ($P \leq 0,05$), em que de modo geral, aumento no consumo com
1443 os níveis de 5,5 % de FDN de forragem e posterior queda nos menores níveis (Tabela 2).
1444 Não foram detectados efeitos lineares e quadráticos ($P > 0,05$) para peso inicial, peso
1445 final, RC, PCQ, profundidade interna e externa, comprimento de carcaça, pH, EGS e AOL
1446 (Tabela 3). Apesar de não detectado efeito linear ($P \geq 0,14$), foi detectado efeito
1447 quadrático ($P = 0,01$) para GMD e CA (Tabela 3). Não foram detectados efeitos lineares
1448 ($P \geq 0,19$) e quadráticos ($P \geq 0,31$) para as variáveis de cor da carne e da gordura
1449 (Tabela 4).

1450 A concentração de FDN de forragem que proporcionou maior consumo de MS (1,97% do
1451 PC) foi 5,10% (Figura 1A), maior GMD (1,5 kg/dia) foi 4,90% (Figura 1B) e a menor CA
1452 (5,6 kg MS/kg PC) foi 3,85% (Figura 1C), respectivamente.

1453

1454

Discussão

1455 A concentração de FDN proveniente de forragem afetou o consumo de forma quadrática
1456 a concentração que proporcionou maior consumo foi 5,10% de FDN proveniente da
1457 silagem de milho (Tabela 2).

1458 As razões pelas quais os bovinos aumentam o consumo de MS em dietas com maior
1459 inclusão de volumoso, está basicamente relacionado ao efeito de diluição da energia, e
1460 assim estes aumentam o consumo em dietas com mais volumoso para manter
1461 determinado nível de consumo de energia (Galyean and Defoor, 2003). O menor nível de
1462 carboidratos não fibrosos (CNF), em dietas com mais volumoso, reflete em menor
1463 produção de propionato ruminal e maior relação acetato:propionato; estes causam
1464 efeitos no centro da fome, aumentando assim o consumo (Galyean and Hubbert, 2014).

1465 O aumento no consumo, com o aumento da inclusão de volumoso, ocorre até
1466 determinado nível, pois o limite físico do rúmen, pode ser alcançado (Van Soest, 1994).

1467 O aumento da quantidade de silagem refletiu em maior quantidade de FDNef na dieta, e
1468 isso pode ter contribuído para o aumento no consumo. Maior quantidade de FDNef na
1469 dieta proporciona maior atividade mastigatória (Allen, 1997; Mertens, 1997; Goulart et
1470 al., 2020) e possivelmente maior consumo de água (Galyean e Hubbert, 2014). O
1471 aumento na atividade mastigatória, reflete em maior produção de saliva e tamponantes
1472 salivares, e conseqüentemente, em maior pH ruminal, reduzindo assim o risco de
1473 acidose ruminal subclínica (Turgeon et al., 2010; Galyean e Hubbert, 2014). Em cenários
1474 de dietas desafiadoras (alto amido e/ou baixo nível de fibra) os animais podem limitar o

1475 consumo de alimentos, mantendo certo nível de saúde ruminal, mas ainda assim
1476 podendo apresentar acidose na forma subaguda. A variação e o menor nível de ingestão
1477 de MS são indicadores de acidose subaguda. Vários fatores são associados como causas
1478 da menor ingestão, entre eles a alta concentração de produtos da fermentação (AGVs),
1479 pH ruminal baixo, redução da motilidade ruminal e taxa de passagem (Owens et al.,
1480 1998; Gonzalez et al., 2012; Della Rosa et al., 2020). Desde a década de 70, já existiam
1481 estudos mostrando que a acidose ruminal, reduzia o consumo de MS (Fulton et al.,
1482 1979).

1483 O GMD apresentou efeito quadrático, apresentando ponto de máximo quando o nível de
1484 FDN de forragem foi de 5.10%. O desempenho animal está ligado a quantidade e
1485 qualidade da dieta ingerida, além da expressão genética do indivíduo em determinados
1486 ambientes (Garcia et al., 2011). Concordando com nossos dados, Bartle e Preston
1487 (1991), observaram que os novilhos cruzados que consumiram dieta com somente 2%
1488 de silagem de milho, tenderam a apresentar menor GMD, quando comparados aos
1489 animais que consumiram 10% de silagem de milho. Níveis moderados de FDN
1490 provenientes de silagem (5,10%), podem ter melhorado o desempenho por uma série de
1491 possíveis fatores, como por exemplo, alteração da densidade energética, pH ruminal e
1492 taxa de passagem dos grãos para os intestinos, como descrito por Galyean e Hubbert
1493 (2014).

1494 A recomendação de FDNfe em dietas com alta densidade energética para manter pH
1495 acima de 5,7 é de 7 a 10% da MS (Fox e Tedeschi, 2002). No entanto, provavelmente esses
1496 níveis ideais devem variar de acordo com o tipo de volumoso utilizado. Essa melhora no
1497 pH ruminal, pode ter refletido em maior consumo de energia e conseqüentemente em
1498 maior desempenho.

1499 O maior consumo de FDN proveniente de forragem, comparado a dietas com < 5,10% de
1500 FDN de forragem (entre 5,9 e 12,4% de silagem de milho), pode ter refletido em
1501 aumento do consumo de água e da taxa de passagem dos grãos para os intestinos
1502 (Galyean e Hubbert, 2014). Maior passagem de CNF para os intestinos, reflete em maior
1503 absorção de glicose e assim maior eficiência energética, quando comparado a
1504 degradação dos CNF no rúmen e produção de propionato (Van Soest, 1994). Essas
1505 alterações também podem justificar a alteração no GMD observada no nosso estudo.

1506 A CA apresentou efeito quadrático e tendo como ponto de mínimo o nível de FDN
1507 proveniente de forragem de 3,85% (Tabela 3). Níveis intermediários de FDN
1508 proveniente de silagem aumentaram o consumo, assim como o GMD. A melhor CA neste
1509 caso pode estar relacionada ao maior estímulo de ruminação e mastigação com nível de
1510 forragem, proporcionando melhor ambiente ruminal, melhor eficiência energética e
1511 maior consumo de energia metabolizável (Owens et al., 1997; Neuman et al., 2016).
1512 Hales et al. (2010) e Hales et al. (2013) também obtiveram melhor conversão alimentar
1513 quando aumentaram de 2% para 6% e 6% para 10%, respectivamente de feno de alfafa
1514 na dieta de novilhos cruzados confinados. Melhorias que também foram atribuídas ao
1515 aumento do CMS e efeito de diluição de energia.

1516 O nível de FDN proveniente de volumoso, não influenciou as características de
1517 carcaça. Segundo Alberti et al. (2008), características de carcaça e rendimento de
1518 carcaça são mais influenciadas por fatores genéticos que por fatores ambientais.
1519 Entretanto, fatores ambientais como a nutrição, também irão influenciar na taxa de
1520 crescimento, e em qual ponto da curva de crescimento/acabamento este animal estará
1521 no momento do abate (Alberti et al., 2008; Irshad et al., 2013). Segundo Owens e
1522 Gardner (2000) dietas com maior teor proteico, maior peso de entrada e maior tempo
1523 de permanência dos animais em confinamento são fatores que impactam positivamente

1524 o PCQ. Da mesma forma, segundo o autor, maior peso de entrada, mais dias em
1525 confinamento, maior nível proteico são fatores ambientais que influenciam
1526 positivamente no RC, enquanto o peso do trato digestivo diminuir o RC. O autor aponta
1527 ainda que o RC aumentou ao máximo quando os animais foram alimentados com dietas
1528 com aproximadamente 90% de concentrado. Portanto, as igualdades para
1529 características de carcaça em função do nível de volumoso encontrados em nosso
1530 trabalho podem ser explicadas pelo peso de entrada e tempo de confinamento padrão
1531 para os tratamentos, e apesar das diferenças no consumo de nutrientes, que também é
1532 fator decisivo, não ocorreram em dimensões para detectarmos seus impactos na taxa de
1533 crescimento e acabamento dos animais. Hales et al. (2013) avaliando a inclusão de 2-
1534 14% de feno de alfafa na dieta de novilhos cruzados, também não encontraram
1535 diferenças para PCQ, entretanto observaram aumento na EGS quando aumentaram de 2
1536 para 6% de feno, resultado que pode estar atrelado ao aumento no consumo de MS, o
1537 que também ocorreu em nosso estudo, porém sem diferença significativa no EGS.

1538 O nível de FDN proveniente de volumoso, não influenciou a cor da carne e da gordura da
1539 carcaça dos novilhos. De maneira geral, a cor da carne é fortemente impactada pelo
1540 estado em que se encontra a mioglobina, e esta é dependente de diversos outros fatores
1541 que são classificados como intrínsecos e extrínsecos. Como exemplo de intrínsecos
1542 podemos citar raça, sexo, idade, tipo e perfil de músculo, gordura intramuscular e pH. E
1543 como exemplos de fatores extrínsecos, diferentes tipos de sistemas de produção, manejo
1544 pré-abate, manejo pós-abate (Gagaoua et al., 2018). Perante o consumidor, a cor da
1545 carne é um dos atributos mais consideráveis no momento de escolha de compra. Os
1546 parâmetros da cor da carne dos animais avaliados estão dentro dos padrões normais,
1547 que são respectivamente, 33.2–41, 11.1–23.6 e 6.1–11.3 para L*, a* e b* (Muchenje et al.,
1548 2009). Portanto, os diferentes níveis de volumoso nas dietas não proporcionaram

1549 alterações nos fatores intrínsecos e extrínsecos, como por exemplo o tipo de fibra
1550 muscular (fibras oxidativas), nível de glicogênio muscular e conseqüentemente pH da
1551 carne, que são fatores chave para cor da carne (Sugimoto et al., 2012; Neethling et al.,
1552 2017; Malheiros et al., 2020).

1553 A cor da gordura mais voltada para amarelo geralmente está ligada a animais ingerindo
1554 alimentos mais concentrados em β -caroteno, sendo as forragens mais ricas neste
1555 componente. A maioria das forragens verdes frescas apresentam valores acima de 200
1556 mg de β -caroteno por quilograma de matéria seca. Materiais ensilados, dependendo da
1557 qualidade do processo, podem perder parte do conteúdo original de β -caroteno devido a
1558 ações enzimáticas e radicais que oxidam os carotenoides. Materiais como silagem de
1559 milho ou sorgo podem apresentar valores mais baixos de β -caroteno, na ordem de < 50
1560 mg de β -caroteno por quilograma de matéria seca (Dunne et al., 2009). Deste modo, a
1561 fonte de forragem utilizada no nosso estudo foi a silagem de milho, fonte esta que
1562 aparentemente é menos concentrada em β -caroteno e em nosso estudo foi utilizada em
1563 no máximo 20% da MS, fatores estes que podem ter contribuído para ausência de
1564 impacto na cor amarela da gordura da carne. Em um estudo com novilhos Jersey
1565 confinados, o nível de inclusão de 12 ou 24% de volumoso (capim sudão e feno de alfafa,
1566 misturados na proporção de 1:1, respectivamente) não influenciou a coloração da
1567 gordura e da carne após 48h de resfriamento (Arnett et al., 2012). No entanto, quando
1568 estes foram armazenados por 18 d à 2°C, e mensurados novamente, o grupo 12% de
1569 volumoso apresentou menor intensidade de vermelho (a^* ; Arnett et al., 2012). No nosso
1570 estudo, a coloração da carne e gordura foi mensurada, somente 24h após o abate, e os
1571 animais eram de raças diferentes que as utilizadas por Arnett et al. (2012; Nelore \times
1572 Jersey), e isso pode justificar as diferenças entre os trabalhos.

1573

1574 **Conclusões**

1575 Levando em consideração os ingredientes utilizados nas formulações, nosso estudo
1576 mostra que o nível de silagem de milho pode ser reduzido para obter valores de FDN de
1577 volumoso entre 5,10 até 3,85% da MS visando maximizar o ganho de peso ou a
1578 conversão alimentar de Nelore não castrados terminados em confinamento sem
1579 impactar sobre a carcaça e carne dos animais.

1580

1581 **Agradecimentos**

1582 Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)
1583 pela bolsa de estudo fornecida ao primeiro autor. Também agradecemos aos alunos de
1584 graduação e de pós-graduação da UFMS e funcionários da Fazenda Escola da UFMS que
1585 auxiliaram na execução da pesquisa de campo.

1586 **Referências**

- 1587 ABIEC. 2021. Beef Report: Perfil da Pecuária no Brasil 2021. Disponível em:
1588 <http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2021>. Acesso em: 01/09/2021.
- 1589 Albertí, P.; Panea, B.; Sañudo, C.; Olleta, J. L.; Ripoll, G.; Ertbjerg, P.; Christensen, M.; Gigli,
1590 S.; Failla, S.; Concetti, S.; Hocquette, J. F.; Jailler, R.; Rudel, S.; Renand, G.; Nute, G. R.;
1591 Richardson, R. I.; Williams, J. L. 2008 . Live weight, body size and carcass characteristics
1592 of young bulls of fifteen European breeds. *Livestock Science*, v. 114, n. 1, p. 19-30.
- 1593 Allen, M.S. 1997. Relationship between fermentation acid production in the rumen and
1594 the requirement for physically effective fiber. *Journal of dairy science*, v. 80, n. 7, p.
1595 1447-1462. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76074-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76074-0).
- 1596 AOAC - Association of Official Analytical Chemists. 2000. Official methods of analysis.
1597 17th ed. AOAC International, Gaithersburg, MD.

- 1598 Arelovich, H. M.; Abney, C. S.; Vizcarra, J. A.; Galyean, M. L. 2008. Effects of dietary neutral
1599 detergent fiber on intakes of dry matter and net energy by dairy and beef cattle: Analysis
1600 of published data. *The Professional Animal Scientist* 24: 375–383.
- 1601 Arnett, E. J.; Fluharty, F. L.; Loerch, S. C.; Zerby, H. N.; Zinn, R. A.; Kuber, P. S. 2012. Effects
1602 of forage level in feedlot finishing diets on carcass characteristics and palatability of
1603 Jersey beef. *Journal of Animal Science* 90:960-972. [https://doi.org/10.2527/jas.2011-](https://doi.org/10.2527/jas.2011-4027)
1604 4027.
- 1605 Bartle, S. J.; Preston, R. L. 1991. Dietary roughage regimen for feedlot steers: reduced
1606 roughage level (2%) during the mid-finishing period. *Journal of Animal Science* 69:
1607 3461–3466. <https://doi.org/10.2527/1991.6993461x>
- 1608 Beauchemin, K. A.; Yang, W. Z.; Rode, L. M. 2003. Effects of particle size of alfalfa-based
1609 dairy cow diets on chewing activity, ruminal fermentation, and milk production1.
1610 *Journal of Dairy Science*, v. 86, n. 2, p. 630-643. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73641-8)
1611 0302(03)73641-8.
- 1612 Brown, M. S.; Ponce, C. H.; Pulikanti, R. 2006. Adaptation of beef cattle to high-
1613 concentrate diets: Performance and ruminal metabolism. *Journal of Animal Science*, v.
1614 84, n. suppl_13, p. E25-E33. https://doi.org/10.2527/2006.8413_supplE25x.
- 1615 Della Rosa, M. M., Toffaletti, J. R., Aello, M. S., & Burges, J. C. (2020). Feed bunk
1616 management effects steer performance and behaviour. *Animal Production Science*, v. 60,
1617 n. 11, p. 1442-1448, 2020. <https://doi.org/10.1071/AN18614>.
- 1618 Dunne, P. G.; Monahan, F. J.; O'mara, F. P.; Moloney, A. P. 2009. Colour of bovine
1619 subcutaneous adipose tissue: A review of contributory factors, associations with carcass
1620 and meat quality and its potential utility in authentication of dietary history. *Meat*
1621 *science*, v. 81, n. 1, p. 28-45.

- 1622 Fox, D. G. e Tedeschi, L. O. 2002. Application of physically effective fiber in diets for
1623 feedlot cattle. Disponível em:
1624 https://www.researchgate.net/publication/241758477_Application_of_Physically_Effective_Fiber_in_Diets_for_Feedlot_Cattle. Acesso em: 08/06/2020.
- 1626 Gagaoua, M.; Picard, B.; Monteils, V. 2018. Associations among animal, carcass, muscle
1627 characteristics, and fresh meat color traits in Charolais cattle. *Meat science*, v. 140, p. 145-
1628 156.
- 1629 Galyean, M. L.; Defoor, P. J. 2003. Effects of roughage source and level on intake by
1630 feedlot cattle. *Journal of Animal Science* 81(E. Suppl. 2):E8–E16.
1631 https://doi.org/10.2527/2003.8114_suppl_2E8x.
- 1632 Galyean, M. L.; Hubbert, M. E. 2014. Review: traditional and alternative sources of
1633 fiber—roughage values, effectiveness, and levels in starting and finishing diets. *The Professional Animal Scientist* 30:571-584. <https://doi.org/10.15232/pas.2014-01329>.
- 1635 Garcia, C. D. S.; Fernandes, A. M.; Fontes, C. A. D. A.; Vieira, R. A. M.; Sant'Ana, N. D. F.;
1636 Pimentel, V. A. 2011. Desempenho de novilhos mantidos em pastagens de capim-elefante
1637 e capim-mombaça. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, n. 2, p. 403-410.
1638 <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000200023>.
- 1639 Gentry, W. W.; Weiss, C. P.; Meredith, C. M.; McCollum, F. T.; Cole, N. A.; Jennings, J. S.
1640 2016. Effects of roughage inclusion and particle size on performance and rumination
1641 behavior of finishing beef steers. *Journal of animal science*, v. 94, n. 11, p. 4759-4770.
1642 <https://doi.org/10.2527/jam2016-1406>.
- 1643 González, L. A.; Manteca, X.; Calsamiglia, S.; Schwartzkopf-Genswein, K. S.; Ferret, A.
1644 2012. Ruminant acidosis in feedlot cattle: Interplay between feed ingredients, rumen
1645 function and feeding behavior (a review). *Animal Feed Science and Technology*, v. 172,
1646 n. 1-2, p. 66-79. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.12.009>.

- 1647 Goulart, R. S.; Vieira, R. A. M.; Daniel, J. L. P.; Amaral, R. C.; Santos, V. P.; Toledo Filho, S. G.;
1648 Cabezas-Garcia, E. H.; Tedeschi, L. O.; Nussio, L. G. 2020. Effects of source and
1649 concentration of neutral detergent fiber from roughage in beef cattle diets: Comparison
1650 of methods to measure the effectiveness of fiber. *Journal of Animal Science* 98:skaa108.
1651 <https://doi.org/10.1093/jas/skaa108>.
- 1652 Granja-Salcedo, Y.T.; Ribeiro Júnior, C. S.; de Jesus, R.B.; Gomez-Insuasti, A. S.; Rivera,
1653 A.R.; Messana, J.D.; Canesin, R.C.; Berchielli, T.T. 2016. Effect of different levels of
1654 concentrate on ruminal microorganisms and rumen fermentation in Nelore steers.
1655 *Archives of animal nutrition*, v. 70, n. 1, p. 17-32.
1656 <https://doi.org/10.1080/1745039x.2015.1117562>.
- 1657 Harvatine, D.I.; Winkler, J.E.; Devant-Guille, M.; Firkins, J.L.; St-Pierre, N.R.; Oldick, B.S.;
1658 Eastridge, M.L. 2002. Whole linted cottonseed as a forage substitute: Fiber effectiveness
1659 and digestion kinetics. *Journal of Dairy Science*, v.85, n.8, p.1988-1999.
1660 [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74275-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74275-6).
- 1661 Fulton, W. R.; Klopfenstein, T. J.; Britton, R. A. 1979. Adaptation to high concentrate diets
1662 by beef cattle. II. Effect of ruminal pH alteration on rumen fermentation and voluntary
1663 intake of wheat diets. *Journal of Animal Science* 49:785-789.
1664 <https://doi.org/10.2527/jas1979.493785x>.
- 1665 Hales, K. E.; Freetly, H. C.; Shackelford, S. D.; King, D. A. 2013. Effects of roughage
1666 concentration in dry-rolled corn-based diets containing wet distillers grains with
1667 solubles on performance and carcass characteristics of finishing beef steers. *Journal of*
1668 *Animal Science* 91:3315-3321, <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5942>.
- 1669 Hales, K. E.; McMeniman, J. P.; Leibovich, J.; Vasconcelos, J. T.; Quinn, M. J.; May, M. L.;
1670 DiLorenzo, N.; Smith, D. R.; Galyean, M. L. 2010. Effects of varying bulk densities of
1671 steam-flaked corn and dietary roughage concentration on in vitro fermentation,

- 1672 performance, carcass quality, and acid-base balance measurements in finishing steers.
1673 *Journal of Animal Science* 88:1135–1147. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-2400>.
- 1674 Irshad, A.; Kandeepan, G.; Kumar, S.; Ashish, K. A.; Vishnuraj, M. R.; Shukla, V. 2013.
1675 Factors influencing carcass composition of livestock: A review. *Journal of Animal*
1676 *Production Advances*, v. 3, n. 1.
- 1677 Lammers, B.P.; Buckmaster, D.R.; Heinrichs, A.J. 1996. A Simple Method for the Analysis
1678 of Particle Sizes of Forage and Total Mixed Rations. *Journal of Dairy Science* 79:922-928.
1679 [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(96\)76442-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(96)76442-1).
- 1680 Malheiros, J. M.; Enriquez-Valencia, C. E.; de Vasconcelos Silva, J. A. I.; Curi, R. A.; de
1681 Oliveira, H. N.; de Albuquerque, L. G.; Chardulo, L. A. L. 2020. Carcass and meat quality of
1682 Nellore cattle (*Bos taurus indicus*) belonging to the breeding programs. *Livestock*
1683 *Science*, v. 242, p. 104277.
- 1684 Mertens, D. R. 2002. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent
1685 fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. *Journal of AOAC*
1686 *international*, v. 85, n. 6, p. 1217-1240. <https://doi.org/10.1093/jaoac/85.6.1217>.
- 1687 Mertens, D. R. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows.
1688 *Journal of dairy science*, v. 80, n. 7, p. 1463-1481. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(97)76075-2)
1689 [0302\(97\)76075-2](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(97)76075-2).
- 1690 Muchenje, V.; Dzama, K.; Chimonyo, M.; Strydom, P. E.; Hugo, A.; Raats, J. G. 2009. Some
1691 biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review.
1692 *Food chemistry*, v. 112, n. 2, p. 279-289.
- 1693 Nagaraja, T. G.; Lechtenberg, K. F. 2007. Acidosis in feedlot cattle. *Veterinary Clinics of*
1694 *North America: Food Animal Practice*, v. 23, n. 2, p. 333-350.
1695 <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.04.002>.

- 1696 NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle.
1697 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press.
- 1698 Neethling, N. E.; Sigge, G. O.; Hoffman, L. C.; Suman, S. P.; Hunt, M. C. 2017. Exogenous and
1699 endogenous factors influencing color of fresh meat from ungulates. *Meat and Muscle*
1700 *Biology*, v. 1, n. 1.
- 1701 Neumann, M.; Ueno, R. K.; Perussolo, L. F.; Gheller, L. F. M.; Poczynek, M.; Barcellos, J. O.
1702 J.; Junior, V. H. B. 2016. Introduction of sugar cane bagasse pellets in diets devoid of long
1703 fiber for feedlots finished steers. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 37, n. 5, p. 3305-3316,
1704 2016. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n5p3305>
- 1705 Oliveira, C. A.; Millen, D. D. 2014. Survey of the nutritional recommendations and
1706 management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. *Animal Feed*
1707 *Science and Technology*, v. 197, p. 64-75.
1708 <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.08.010>.
- 1709 Owens, F. N.; Gardner, B. A. 2000. A review of the impact of feedlot management and
1710 nutrition on carcass measurements. *Journal of Animal Science*, v. 77, p. 1-18.
- 1711 Owens, F. N.; Secrist, D. S.; Hill, W. J.; Gill, D. R. 1997. The effect of grain source and grain
1712 processing on performance of feedlot cattle: a review. *Journal of Animal Science*, v. 75, n.
1713 3, p. 868-879, 1997. <https://doi.org/10.2527/1997.753868x>.
- 1714 Owens, F. N.; Secrist, D. S.; Hill, W. J.; Gill, D. R. 1998. Acidosis in cattle: a review. *Journal*
1715 *of Animal Science*, v. 76, n. 1, p. 275-286. <https://doi.org/10.2527/1998.761275x>.
- 1716 Pinto, A.C.J.; Millen, D.D. 2019. Nutritional recommendations and management practices
1717 adopted by feedlot cattle nutritionists: the 2016 Brazilian survey. *Canadian Journal of*
1718 *Animal Science*, 99(2): 392-407. <https://doi.org/10.1139/cjas-2018-0031>.
- 1719 Sari, M.; Ferret, A.; Calsamiglia, S. 2015. Effect of pH on in vitro microbial fermentation
1720 and nutrient flow in diets containing barley straw or non-forage fiber sources. *Animal*

- 1721 Feed Science and Technology, v. 200, p. 17-24.
- 1722 <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.11.011>.
- 1723 Sugimoto, M.; Saito, W.; Ooi, M.; Oikawa, M. 2012. Effects of days on feed, roughage
1724 sources and inclusion levels of grain in concentrate on finishing performance and
1725 carcass characteristics in cull beef cows. *Animal Science Journal*, v. 83, n. 6, p. 460-468.
- 1726 Turgeon, O. A.; Szasz, J. I.; Koers, W. C.; Davis, M. S.; Vander Pol, K. J. 2010. Manipulating
1727 grain processing method and roughage level to improve feed efficiency in feedlot cattle.
1728 *Journal of animal science*, v. 88, n. 1, p. 284-295. [https://doi.org/10.2527/jas.2009-](https://doi.org/10.2527/jas.2009-1859)
1729 [1859](https://doi.org/10.2527/jas.2009-1859).
- 1730 Van Soest, P. J. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*, 2nd ed. Ithaca, NY, USA:
1731 Comstock Publishing Association.
- 1732 Zebeli, Q.; Dijkstra, J.; Tafaj, M.; Steingass, H.; Ametaj, B. N.; Drochner, W. 2008. Modeling
1733 the adequacy of dietary fiber in dairy cows based on the responses of ruminal pH and
1734 milk fat production to composition of the diet. *Journal of Dairy Science*, v. 91, n. 5, p.
1735 2046-2066. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0572>.
- 1736

1737

1738 Tabela 1 - Ingredientes e composição nutricional das dietas experimentais.

Ingredientes, %	Níveis FDN proveniente de volumoso, % ^a			
	9,5	5,5	2,5	0
Silagem de milho	20	12,4	5,9	0,0
Torta de algodão	0,0	15,5	29,3	38,6
Milho moído	61,9	59,6	58,3	58,6
Farelo de algodão	15,5	9,9	3,8	0,0
Núcleo ^b	2,0	2,0	2,0	2,0
Ureia	0,6	0,6	0,7	0,8

Nutrientes, % ^c	Níveis FDN proveniente de volumoso, %			
	9,5	5,5	2,5	0
MS	64,8	71,7	78,8	86,6
MO	95,8	95,8	95,8	96,1
PB	14,1	15,3	16,5	17,5
EE	3,5	4,0	4,5	4,8
FDN	29,6	31,3	32,7	33,2
FDNef _{8mm}	8,2	8,2	8,3	9,4
FDNef _{1,18mm}	16,9	19,5	19,6	23,8

1739 ^aOs tratamentos foram dietas com os seguintes níveis de fibra em detergente neutro (FDN) provenientes
 1740 de silagem de milho: 9,5%; 5,5%; 2,5%; e 0,0%.

1741 ^bForam utilizados os aditivos monensina e virginiamicina em todos os tratamentos na concentração de
 1742 25mg/kg de cada aditivo na dieta final.

1743 ^cMatéria seca, MS, matéria orgânica, MO, proteína bruta, PB, extrato etéreo, EE, e FDN efetivo (FDNef).

1744

1745 Tabela 2 - Consumo de novilhos de novilhos recebendo diferentes níveis de FDN
 1746 proveniente de volumoso

Variáveis ^a	Níveis FDN proveniente de volumoso, % ^b				EPM	P - value ^c	
	9,5	5,5	2,5	0		Lin	Quad
MS (% PC)	1,76	1,98	1,88	1,70	0,01	0,01	0,01
MS (kg)	6,74	8,07	7,49	6,41	0,04	0,01	0,01
MO (kg)	6,48	7,74	7,19	6,21	0,04	0,03	0,01
PB (kg)	0,95	1,18	1,16	1,05	0,01	0,01	0,01
EE (kg)	0,23	0,32	0,34	0,32	0,01	0,01	0,01
FDN (kg)	1,98	2,41	2,26	1,89	0,01	0,08	0,01
FDNef _{8mm} (kg)	0,61	0,58	0,42	0,36	0,01	0,01	0,01
FDNef _{1.18mm} (kg)	1,19	1,49	1,25	1,30	0,01	0,05	0,01

1747 ^aMatéria seca, MS, peso corporal, PC, matéria orgânica, MO, proteína bruta, PB, extrato etéreo, EE, fibra em
 1748 detergente neutro, FDN e FDN efetivo (FDNef).

1749 ^bOs tratamentos foram dietas com os seguintes níveis de fibra em detergente neutro (FDN) provenientes
 1750 de silagem de milho: 9,5%; 5,5%; 2,5%; e 0,0%.

1751 ^cEquações:

1752 $Y_{MS (\%PV)} = 1,69327 + 0,11082 * \%FDN \text{ volumoso} - 0,01086 * \%FDN \text{ volumoso}^2 (R^2 = 0,93);$

1753 $Y_{MS (kg)} = 6,37383 + 0,64308 * \%FDN \text{ volumoso} - 0,06347 * \%FDN \text{ volumoso}^2 (R^2 = 0,91);$

1754 $Y_{MO (kg)} = 6,16857 + 0,59638 * \%FDN \text{ volumoso} - 0,05911 * \%FDN \text{ volumoso}^2 (R^2 = 0,92);$

1755 $Y_{PB (kg)} = 1,04631 + 0,06807 * \%FDN \text{ volumoso} - 0,00823 * \%FDN \text{ volumoso}^2 (R^2 = 0,93);$

1756 $Y_{EE (kg)} = 0,32518 + 0,01324 * \%FDN \text{ volumoso} - 0,00240 * \%FDN \text{ volumoso}^2 (R^2 = 0,80);$

1757 $Y_{FDN (kg)} = 1,88652 + 0,20894 * \%FDN \text{ volumoso} - 0,02090 * \%FDN \text{ volumoso}^2 (R^2 = 0,92);$

1758 $Y_{FDNef_{8mm} (kg)} = 0,34599 + 0,04874 * \%FDN \text{ volumoso} - 0,00208 * \%FDN \text{ volumoso}^2 (R^2 = 0,85);$

1759 $Y_{FDNef_{1,18mm} (kg)} = 1,25144 + 0,06777 * \%FDN \text{ volumoso} - 0,00755 * \%FDN \text{ volumoso}^2 (R^2 = 0,97).$

1760

1761 Tabela 3 - Desempenho produtivo e característica de carcaça de novilhos recebendo
1762 diferentes níveis de FDN proveniente de volumoso.

Variáveis ^a	Níveis FDN proveniente de volumoso, % ^b				EPM	P - value ^c	
	9,5	5,5	2,5	0		Lin	Quad
Peso inicial (kg)	336,2	324,8	334,3	330,0	4,54	0,88	0,89
Peso final (kg)	462,4	488,4	496,5	446,6	9,95	0,66	0,16
GMD (kg/dia)	1,10	1,43	1,42	1,02	0,06	0,61	0,01
CA (kg MS/kg PC)	6,98	5,95	5,36	6,40	0,16	0,14	0,01
PCQ (kg)	243,5	271,2	280,8	257,9	8,14	0,34	0,24
RC (%)	54,8	53,3	54,3	55,3	0,29	0,60	0,06
Profundidade int (cm)	42,33	41,00	41,16	42,10	0,36	0,68	0,28
Profundidade ext (cm)	49,33	50,50	48,25	49,30	0,63	0,69	0,89
Comp Carcaça (cm)	1,26	1,30	1,28	1,29	0,01	0,56	0,63
pH	5,96	5,85	5,90	5,62	0,07	0,18	0,36
EGS (mm)	4,9	6,3	5,1	5,1	0,44	0,98	0,29
AOL (cm ²)	54,7	59,5	63,5	59,6	1,56	0,13	0,17

1763 ^aGanho médio diário, GMD, conversão alimentar, CA, matéria seca, MS, peso corporal, PC, peso da carcaça
1764 quente, PCQ, rendimento de carcaça, RC, espessura de gordura subcutânea, EGS, área de olho de lombo,
1765 AOL.

1766 ^bOs tratamentos foram dietas com os seguintes níveis de fibra em detergente neutro (FDN) provenientes
1767 de silagem de milho: 9,5%;5.5%; 2,5%; e 0,0%.

1768 ^cEquações:

1769 $Y_{GMD} = 1,04162 + 0,17896 * \% \text{ FDN volumoso} - 0,01828 * \% \text{ FDN volumoso}^2 (R^2 = 0,81);$

1770 $Y_{CA (kg MS/kg PV)} = 6,27848 - 0,36089 * \% \text{ FDN volumoso} + 0,04682 * \% \text{ FDN volumoso}^2 (R^2 = 0,75);$

1771 $Y_{RC (\%)} = 55,41012 - 0,70784 * \% \text{ FDN volumoso} + 0,06730 * \% \text{ FDN volumoso}^2 (R^2 = 0,76).$

1772

1773 Tabela 4 - Cor da carne e da gordura de novilhos recebendo diferentes níveis de FDN

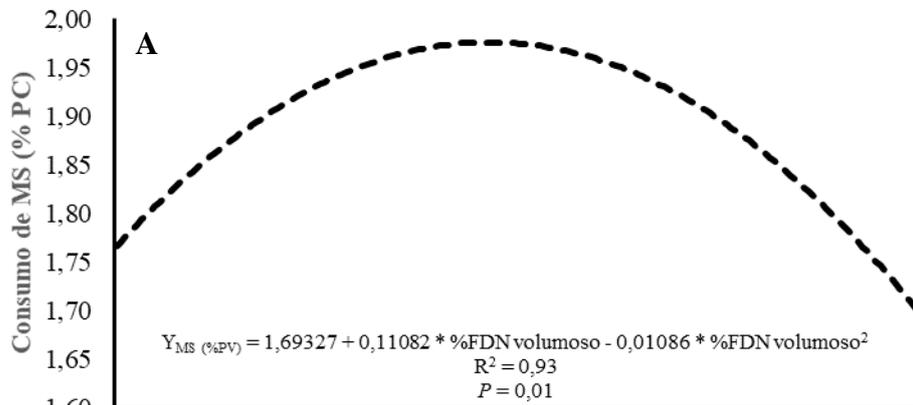
1774 proveniente de volumoso

Variáveis ^a	Níveis FDN proveniente de volumoso, % ^b				EPM	P - value	
	9,5	5,5	2,5	0		Lin	Quad
Carne							
L*	33,61	35,70	35,77	33,92	0,64	0,68	0,32
a*	18,05	19,58	20,20	18,68	0,51	0,44	0,31
b*	9,25	9,38	10,06	8,12	0,41	0,63	0,48
Gordura							
L*	71,24	70,39	71,70	72,89	0,62	0,35	0,41
a*	6,86	7,02	7,19	6,90	0,39	0,90	0,97
b*	11,76	11,02	10,56	10,72	0,32	0,19	0,37

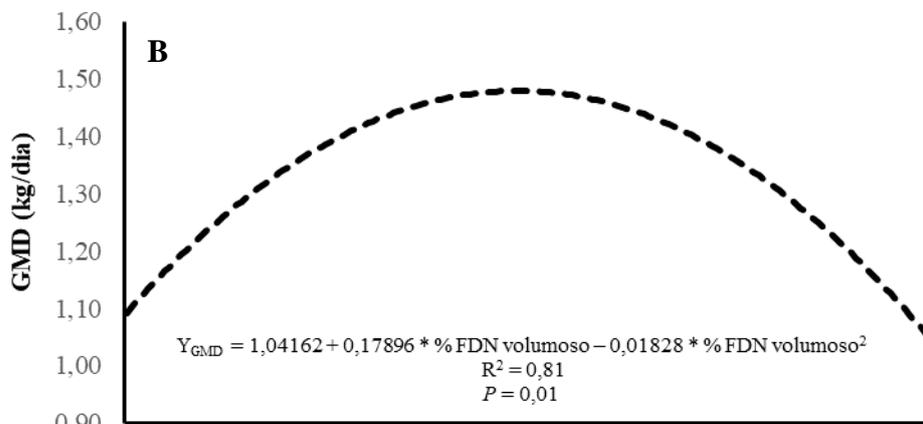
1775 ^aLuminosidade, "L", intensidade de vermelho, "a", e intensidade de amarelo, "b".1776 ^bOs tratamentos foram dietas com os seguintes níveis de fibra em detergente neutro (FDN) provenientes

1777 de silagem de milho: 9,5%; 5,5%; 2,5%; e 0,0%.

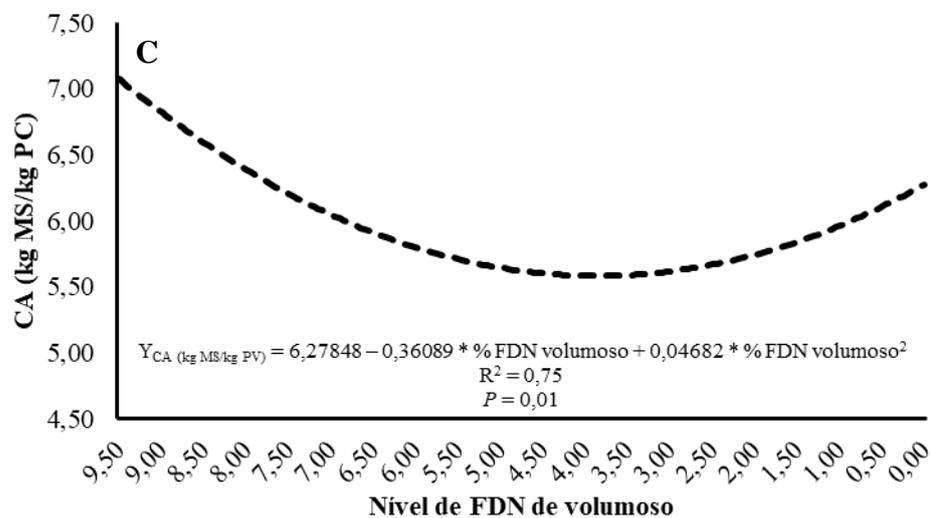
1778



1779



1780



1781

1782 Figura 1 – Consumo de matéria seca (MS), ganho médio diário (GMD) e conversão

1783 alimentar (CA) de novilhos consumindo diferentes níveis de fibra em detergente neutro

1784 (FDN) proveniente de volumoso. Os tratamentos foram dietas com os seguintes níveis de

1785 fibra em detergente neutro (FDN) provenientes de silagem de milho: 9,5%; 5,5%; 2,5%;

1786 e 0,0%.

1787

1788 **CONSIDERAÇÕES FINAIS DA TESE**

1789 Os níveis de participação da fibra proveniente de forragem nas dietas apresentam
1790 impactos no metabolismo e conseqüentemente no desempenho de bovinos de cortes
1791 confinados.

1792 Dieta sem a participação de fibra proveniente de forragem afetou negativamente o
1793 consumo de nutrientes, tempo em ruminação, pH ruminal e a digestibilidade da fibra.
1794 Fatores estes que foram considerados os principais para explicarem os resultados de
1795 desempenho dos animais deste tratamento. Deste modo, a utilização de fibra
1796 proveniente de forragem, mesmo que em pequenas quantidades (2,5-5,5%)
1797 proporcionaram maior consumo de nutrientes e conseqüentemente melhor
1798 desempenho zootécnico nos animais confinados.

1799 Portanto, visando a maximização do consumo de nutrientes e segurança dos
1800 parâmetros ruminais e comportamentais, recomenda-se a utilização de dietas com a
1801 participação de no mínimo 2,5% de FDN proveniente silagem de milho. Há de se
1802 considerar que novas oportunidades de estudos são relevantes visando validar a
1803 utilização de menores níveis fibra proveniente de forragem provenientes outras fontes
1804 diferentes da silagem de milho e a não utilização de fibra de forragem lançando mão de
1805 outras tecnologias como tamponantes ou estratégias de manejo não utilizadas e
1806 abordadas em nosso estudo.