

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

**FONTES DE FIBRA E FREQUÊNCIA DE FORNECIMENTO DAS DIETAS
PARA TERMINAÇÃO DE BOVINOS NELORE EM CONFINAMENTO**

Maria Fernanda Garcia Baveloni

CAMPO GRANDE, MS

2025

FONTES DE FIBRA E FREQUÊNCIA DE
2025 FORNECIMENTO DAS DIETAS PARA TERMINAÇÃO DE BAVELONI
BOVINOS NELORE EM CONFINAMENTO

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

**FONTES DE FIBRA E FREQUÊNCIA DE FORNECIMENTO DAS DIETAS
PARA TERMINAÇÃO DE BOVINOS NELORE EM CONFINAMENTO**

Maria Fernanda Garcia Baveloni

Orientador: Prof. Dr. Luís Carlos Vinhas Ítavo

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Mato
Grosso do Sul, como requisito à
obtenção do título de Mestre em
Ciência Animal.

Área de concentração: Produção e
Nutrição de Ruminantes.

CAMPO GRANDE, MS

2025



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



Certificado de aprovação

MARIA FERNANDA GARCIA BAVELONI

FONTES DE FIBRA E FREQUÊNCIA DE FORNECIMENTO DAS DIETAS PARA TERMINAÇÃO DE BOVINOS NELORE EM CONFINAMENTO

**SOURCES OF FIBER AND FREQUENCY OF SUPPLY OF DIETS FOR FINISHING
NELLORE CATTLE IN CONFINEMENT**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito para obtenção do título de Mestra em Ciência Animal. Área de concentração: Produção Animal.

Aprovado em: 30-6-2025

BANCA EXAMINADORA:

Dr. Luis Carlos Vinhas Itavo (UFMS) – Presidente

Dra. Priscilla Dutra Teixeira (UFMS)

Dr. Rodolpho Martin do Prado (Université Laval)

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Luis Carlos Vinhas Itavo, Professor do Magisterio Superior**, em 30/06/2025, às 14:05, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Rodolpho Martin do Prado, Usuário Externo**, em 30/06/2025, às 15:03, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com

fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Priscilla Dutra Teixeira, Usuário Externo**, em 01/07/2025, às 08:05, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com

fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5714629** e o código CRC **2CEBC630**.

COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

Av Costa e Silva, s/nº - Cidade

Universitária Fone:

CEP 79070-900 - Campo Grande - MS

DEDICATÓRIA

Dedico essa obra a Deus e minha família, pela oportunidade do conhecimento.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, a Jesus Cristo, à Virgem Maria e ao meu Anjo da Guarda, pela infinita bondade e proteção além de me abençoar a cada passo do meu caminho.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal (PPGCA), por proporcionarem ensino, infraestrutura e recursos indispensáveis à realização deste mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT), pelo apoio financeiro e pela confiança depositada em meu trabalho.

Aos professores Luís Carlos Vinhas Ítavo e Luan Sousa dos Santos, pela oportunidade de participar do programa de pós-graduação, me qualificar e pelo apoio para desenvolver este projeto. Agradeço ao conhecimento compartilhado comigo.

À minha co-orientadora Priscilla Dutra Teixeira, que como um anjo me orientou para a execução deste projeto. Minha eterna gratidão pela orientação, paciência e carinho compartilhado comigo.

Aos meus pais, Luís Alexandre Baveloni e Zelinda Trevisan Garcia Baveloni, exemplo de caráter e fé, que me concederam a vida, amor e apoio nas minhas conquistas pessoais e profissionais. Eu amo muito vocês.

À minha irmã, Franciele Garcia Baveloni, que amo imensamente, por ser um exemplo para mim, me ajudou a erguer a cabeça nos momentos difíceis e ensinou a ter resiliência diante das adversidades.

Ao meu esposo Gabriel Veiga Betoni, meu amor e melhor amigo. Obrigada pelo seu amor, apoio, paciência e compreensão. Sua confiança no meu potencial é importante para que eu jamais desista dos meus sonhos.

Aos meus queridos animais de estimação Rosa Maria, Athus, Ursa, Jack, Leona e Alpínea, fontes inesgotáveis de carinho e alegria.

À minha bisavó Tereza Biasi Cardilli, às minhas tias Aparecida e Lala Garcia e ao meu cunhado Lucas Veiga Betoni, que apesar de não estarem fisicamente nesse plano, permanecem eternamente presentes no meu coração.

À minha sogra Andrea Veiga, por ser minha amiga e me apoiar nas minhas decisões.

Aos meus familiares, em especial aos Garcia por ser a família "buscapé" e me encher de alegria.

Às minhas queridas amigas Alexandra Carvalinhos do Amaral e Suelen Santos por sua amizade verdadeira, que me fortalece tanto nas alegrias quanto nos momentos difíceis.

À empresa ROBOAGRO, pelo fornecimento do equipamento, bem como suporte técnico para a execução do projeto. Em especial ao Maicon e ao técnico Ivan, pela paciência, conhecimento e vontade em ajudar.

À técnica de Laboratório Lucimara, pela colaboração e dedicação nas etapas laboratoriais deste estudo.

Aos colegas discentes e pesquisadores do PPGCA/UFMS, Luís Antônio e Gustavo Paranhos, que compartilharam suas experiências, auxiliando-me na execução deste projeto.

Aos estagiários Adrianni Borges, Bárbara Carvalho, João Oliveira, Lívia Gomes, Louyseanne Xavier, Guilherme Zanoni e Rafael Paro, cuja colaboração foi importante para o sucesso desta pesquisa.

Aos funcionários da Fazenda Escola da UFMS, pelo auxílio e colaboração na execução deste trabalho.

Aos animais que participaram deste projeto, minha gratidão e respeito por sua contribuição para o avanço do conhecimento.

A todos vocês, minha eterna gratidão.

Epígrafe

“Jesus disse: ‘Venha’. Então Pedro saiu do barco, andou sobre as águas e foi na direção de Jesus. Mas, quando reparou no vento, ficou com medo e, começando a afundar, gritou: ‘Senhor, salva-me!’ Imediatamente, Jesus estendeu a mão e o segurou, dizendo: ‘Homem de pequena fé, por que você duvidou?’”

(Mateus 14:29-31)

“Até a morte, todo fracasso é psicológico.”

(Autor Desconhecido)

RESUMO

BAVELONI, M.F.G. Fontes de fibra e frequência de fornecimento das dietas para terminação de bovinos nelore em confinamento. 2025. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2025.

O fornecimento adequado de fibra e a frequência de alimentação podem resultar em melhoria no desempenho produtivo e econômico da terminação de bovinos em confinamento. A automação na alimentação pode ser uma ferramenta para auxiliar no fornecimento dos alimentos. Formulou-se a hipótese que o uso da dieta completa sem volumoso, utilizando a torta de algodão como fonte de fibra, fornecida seis vezes ao dia poderia otimizar o desempenho produtivo e econômico de bovinos terminados em confinamento. Assim, objetivou-se avaliar os efeitos da fonte de fibra e da frequência alimentar sobre o desempenho produtivo e econômico da terminação de bovinos em confinamento. Foram utilizados 24 bovinos não castrados da raça Nelore com peso vivo inicial médio de $461,5 \pm 23,44$ kg, idade média de aproximadamente 24 meses e alojados em baias individuais. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2×2 sendo duas fontes de fibra (silagem de milho ou torta de algodão) e duas frequências de alimentação (fornecimento 2x ou 6x ao dia), com 6 repetições cada. O aumento na frequência alimentar reduziu o consumo de matéria seca e dos nutrientes ($P < 0,05$). O desempenho produtivo não foi afetado pela fonte de fibra ($P > 0,05$), embora tenha sido observada tendência de maior desempenho nos animais alimentados duas vezes ao dia $+29,0$ kg no GPT ($P=0,0592$) e $+0,4$ kg/dia no GMD ($P=0,0585$). O tempo de ruminação foi maior nos animais que receberam dieta com volumoso ($P < 0,05$), enquanto a eficiência de ruminação foi superior com dieta sem volumoso ($P = 0,0249$). Todos os parâmetros bioquímicos permaneceram dentro dos valores de referência, indicando que ambos os tratamentos foram fisiologicamente seguros. A utilização da torta de algodão resultou em menor custo alimentar (US\$ 114,3 vs. 202,5/animal; $P=0,0026$) e maior margem líquida por animal (US\$ 796,5 vs. 653,6; $P=0,0170$), em comparação à dieta com silagem de milho. A torta de algodão pode substituir o volumoso em dietas de confinamento, mantendo o desempenho animal e aumentando a rentabilidade, enquanto a maior frequência de alimentação não promoveu benefícios adicionais.

Palavras-chave: confinamento, dieta sem volumoso, frequência alimentar, torta de algodão, sistema automatizado

ABSTRACT

BAVELONI, M.F.G. Fiber sources and frequency of supply of diets for finishing Nellore cattle in confinement. 2025. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2025.

Adequate fiber supply and feeding frequency can result in improvements in the productive and economic performance of cattle finishing in confinement. Automation in feeding can be a tool to assist in food supply. The hypothesis was formulated that the use of a complete diet without bulk, using cottonseed cake as a fiber source, fed six times a day could optimize the productive and economic performance of cattle finished in confinement. Thus, the objective of this study was to evaluate the effects of fiber source and feeding frequency on the productive and economic performance of cattle finishing in confinement. Twenty-four uncastrated Nellore cattle with an average initial live weight of 461.5 ± 23.44 kg, average age of approximately 24 months and housed in individual stalls were used. The experimental design used was completely randomized in a 2×2 factorial scheme, with two fiber sources (corn silage or cottonseed meal) and two feeding frequencies (supply 2x or 6x a day), with 6 replicates each. The increase in feeding frequency reduced dry matter and nutrient intake ($P < 0.05$). Productive performance was not affected by the fiber source ($P > 0.05$), although a trend toward greater performance was observed in animals fed twice a day $+29.0$ kg in GPT ($P = 0.0592$) and $+0.4$ kg/day in ADG ($P = 0.0585$). Rumination time was longer in animals fed a diet with forage ($P < 0.05$), while rumination efficiency was higher with a diet without forage ($P = 0.0249$). All biochemical parameters remained within the reference values, indicating that both treatments were physiologically safe. The use of cottonseed meal resulted in lower feed costs (US\$ 114.3 vs. 202.5/animal; $P = 0.0026$) and higher net margin per animal (US\$ 796.5 vs. 653.6; $P = 0.0170$), compared to the corn silage diet. Cottonseed meal can replace roughage in feedlot diets, maintaining animal performance and increasing profitability, while higher feeding frequency did not promote additional benefits.

Keywords: automated system, confinement, cottonseed cake, feeding frequency, forage free diet

SUMÁRIO

Item	Página
1. Introdução	13
2. Revisão de Literatura	14
2.1 Dietas sem volumoso em confinamento	14
2.2 Frequência Alimentar	15
2.3 Automação no fornecimento de alimentos para ruminantes	17
3. Referências Bibliográficas	19
Artigo: Fontes de fibra e frequência de fornecimento das dietas para terminação de bovinos Nelore em confinamento	26
Resumo/Abstract	28
Introdução	30
Materiais e Métodos	31
Resultados	34
Discussão	35
Conclusão	37
Referências	39
Tabelas	42
Figuras	49
Considerações Finais	51

1.Introdução

O setor agropecuário é um dos setores que mais têm contribuído para o crescimento econômico brasileiro. A cadeia produtiva da carne bovina destaca-se globalmente, sendo o Brasil o segundo maior produtor, líder em exportações e detentor do maior rebanho comercial do mundo (ABIEC, 2024). Embora tradicionalmente baseada em sistemas a pasto, a pecuária nacional tem se intensificado. Nos últimos 20 anos, a área de pastagens foi reduzida em 11,3%, totalizando 161 milhões de hectares, enquanto a produtividade quase dobrou, passando de 36,2 para 65,8 kg de carcaça por hectare (ABIEC, 2024).

Esses avanços refletem a busca por maior eficiência, como por exemplo por meio do confinamento, que atualmente responde por 16,6% do rebanho, cerca de 6,9 milhões de cabeças (ABIEC, 2024). Nesse sistema, dietas altamente concentradas, com pouca ou nenhuma inclusão de volumosos, têm se mostrado eficazes para melhorar o desempenho animal, aumentar a eficiência alimentar e reduzir custos (MILLEN et al., 2009; PINTO & MILLEN, 2018; SILVESTRE; MILLEN, 2021). Essa redução nos custos decorre, principalmente, da maior densidade energética e proteica das dietas concentradas, do menor volume de matéria a ser transportada e armazenada, e da possibilidade de uso de ingredientes mais econômicos e disponíveis regionalmente (MILLEN et al., 2009). Para garantir os benefícios das dietas com alto teor de concentrado, é fundamental a inclusão de níveis adequados de fibra fisicamente efetiva, responsável por estimular a mastigação, salivação e motilidade ruminal. Esses efeitos contribuem para a manutenção da estabilidade do pH ruminal, prevenindo distúrbios metabólicos e assegurando melhor aproveitamento dos nutrientes, o que se traduz em melhor desempenho animal e maior eficiência alimentar (MERTENS, 1997; KONONOFF et al., 2003). Nesse sentido, inclusão de coprodutos fibroso, como os derivados do algodão, que possuem propriedades adequadas para manutenção da saúde ruminal e no desempenho animal (GOULART et al., 2020b; SCHNEID et al., 2022; ARCANJO et al., 2024).

Além da inclusão de fibra nas dietas rica concentrado, o aumento na frequência de fornecimento da ração pode ser uma alternativa para melhorar o desempenho dos animais. A frequência alimentar afeta diretamente a dinâmica da fermentação ruminal, produção de ácidos graxos voláteis e morfologia das papilas ruminais (JONKER et al., 2014; SILVA et al., 2018). Uma alimentação frequente e regular minimiza oscilações no consumo de matéria seca e quedas bruscas no pH ruminal, criando um ambiente mais favorável a microbiota ruminal (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2011).

Contudo, frequências alimentares mais elevadas aumentam custos operacionais devido à maior demanda por mão de obra sendo, portanto, a utilização de alimentadores automáticos, uma alternativa viável. Esse equipamento é capaz de atuar de forma autônoma, trazendo maior agilidade, maior precisão nos horários e nas porções dos tratos, além de reduzir mão de obra e gasto com combustíveis, por ser um equipamento elétrico (ROMANO, et al., 2023).

Diante do exposto, formulou-se as hipóteses de que o uso de dieta completa sem volumoso, utilizando a torta de algodão como fonte de fibra, fornecida seis vezes ao dia poderia otimizar o desempenho produtivo e econômico de bovinos terminados em confinamento. Assim, o objetivo foi avaliar os efeitos da frequência alimentar utilizando a automação no fornecimento e inclusão da fonte alternativa de fibra em dietas sem volumoso sobre a terminação de bovinos em confinamento.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 Dietas sem volumoso em confinamento

A crescente intensificação dos sistemas de confinamento de bovinos de corte tem impulsionado o uso de dietas com menor proporção de volumoso, como estratégia para maximizar a eficiência alimentar, reduzir custos operacionais e aumentar a produtividade. Além disso, a produção de volumosos representa um desafio logístico e econômico, exigindo grandes áreas de cultivo, elevada demanda por mão de obra e apresentando perdas em diferentes etapas, o que contribui para o aumento dos custos de produção (ARCANJO et al., 2024; NIWA et al., 2023). Ademais, dietas com alta inclusão de volumosos tendem a apresentar menor densidade energética e podem limitar o consumo voluntário dos animais devido ao efeito de enchimento, impactando negativamente o desempenho produtivo (MERTENS, 1994). Reflexo dessa tendência pode ser observado em levantamentos realizados nos principais confinamentos brasileiros, que indicaram uma redução na inclusão média de volumosos nas dietas de 28,8% em 2009 para 16,8% em 2019 (MILLEN et al., 2009; SILVESTRE; MILLEN, 2021).

Dietas com alta inclusão de concentrado esta associada a distúrbios metabólicos, devido à rápida fermentação dos carboidratos não fibrosos no rúmen. Owens et al. (1998) explicam que a alta ingestão de amido aumenta rapidamente a produção de ácidos graxos voláteis, especialmente ácido lático, reduzindo drasticamente o pH ruminal e prejudicando o equilíbrio da microbiota. Essa condição favorece o crescimento de bactérias acidogênicas e compromete a digestibilidade da fibra, resultando em menor eficiência de fermentação e risco de acidose. Complementarmente, Nagaraja & Titgemeyer (2007) ressaltam que a acidose ruminal subaguda, frequentemente

silenciosa, causa lesões na mucosa ruminal, morte de bactérias gram-negativas e liberação de endotoxinas, como lipopolissacarídeos, que podem entrar na circulação sistêmica e gerar inflamação, redução da ingestão e queda no desempenho animal. Tais evidências reforçam a importância do manejo adequado da dieta e da inclusão de fontes de fibra fisicamente efetiva para mitigar os efeitos adversos do concentrado elevado.

Nesse contexto, a fibra em detergente neutro fisicamente efetiva (FDNfe) tem sido adotada como parâmetro-chave na formulação de dietas de terminação. A fibra é essencial para a motilidade do rúmen e o processo de ruminação, contribuindo para a produção de saliva e o tamponamento do pH ruminal. Dentre suas características, o tamanho de partícula é fundamental, pois estimula a mastigação e a secreção salivar (MERTERS, 1997; ZEBELI et al., 2012). Assim, o conceito de FDNfe representa a fração da FDN capaz de promover estímulo mecânico à parede ruminal, favorecendo a atividade mastigatória e contribuindo para a estabilidade do ambiente ruminal (ÍTAVO et al., 2002) A determinação da FDNfe é realizada por meio do Penn State Particle Separator, que utiliza peneiras de diferentes tamanhos de 19 mm, 8 mm, 4 mm e fundo sólido, para quantificar a proporção de partículas retidas em cada faixa granulométrica. De modo geral, considera-se fisicamente efetiva a fração de FDN retida nas peneiras de 19 mm e 8 mm, que representa a maior contribuição para a estimulação da ruminação e estabilidade ruminal (KONONOFF et al., 2003).

De acordo com Silvestre e Millen (2021), 80,56% dos zootecnistas que atuam em confinamentos reconhecem a importância da inclusão de FDNfe em dietas com alto teor de concentrado. Esses profissionais apontam valores médios de inclusão 14,3% de FDNfe e 21,8% de FDN total. Ainda que em níveis reduzidos, a inclusão de fibra forrageira (entre 7% e 10% de FDNfe) é recomendada para prevenir distúrbios metabólicos, como a acidose ruminal subaguda (FOX & TEDESCHI, 2002).

Coprodutos agroindustriais têm sido avaliados como alternativas viáveis às fontes tradicionais de fibra, especialmente por sua capacidade de fornecer FDNfe. Dentre esses coprodutos, destaca-se a torta de algodão, disponível em regiões produtoras e com composição nutricional que a torna estratégica para sistemas intensivos de terminação. De acordo com Arcanjo et al. (2023), a torta de algodão apresenta cerca de 374,7 g/kg de FDN na matéria seca, dos quais aproximadamente 230,9 g/kg correspondem à fração fisicamente efetiva (FDNfe), resultando em cerca de 23,1% de FDNfe na MS. Tais características permitem seu uso em dietas sem volumoso, com bons resultados zootécnicos e econômicos, conforme relatado por Goulart et al. (2020a) e Arcanjo et al. (2023) como fonte de fibra fisicamente efetiva em dietas sem volumoso, com

capacidade de estimular a ruminação e manter a estabilidade ruminal, mesmo na ausência de forragens tradicionais.

2.2 Frequência alimentar

Em dietas altamente concentradas e com baixo teor de FDNfe, há redução significativa do tempo de ruminação e da produção de saliva, comprometendo o tamponamento natural do pH ruminal. Essa condição favorece quedas no pH, especialmente abaixo de 5,8, o que caracteriza um quadro de acidose ruminal subclínica, que provoca oscilações no consumo de matéria seca, com episódios de recusa seguidos por sobrecarga de ingestão, resultando em fermentações desbalanceadas, menor eficiência alimentar e queda no desempenho produtivo (BEAUCHEMIN et al., 2003; MERTENS, 1997). Nessas condições, a atividade de microrganismos celulolíticos e amilolíticos é severamente prejudicada, reduzindo a degradação da fibra e a digestibilidade do amido (OWENS et al., 1997). Como consequência, há menor produção e absorção de ácidos graxos voláteis AGV, principais responsáveis pelo fornecimento de energia metabolizável aos bovinos (MILLEN et al., 2009).

Diante desse cenário, estratégias nutricionais têm sido recomendadas para mitigar os efeitos adversos da fermentação excessiva de carboidratos não fibrosos. Entre elas, a adaptação gradual a dietas ricas em grãos, o uso de aditivos, a inclusão de partículas maiores de volumoso, a adição de gordura, a alimentação em horários regulares, o controle da variação no consumo de matéria seca e o aumento da frequência de fornecimento da dieta (MILLEN et al., 2009). A frequência alimentar tem se mostrado eficaz em proporcionar uma distribuição mais uniforme dos nutrientes ao longo do dia, contribuindo para a estabilidade do ambiente ruminal, a produção contínua de AGV e a manutenção da homeostase digestiva (ROBLES et al., 2007; MILLEN et al., 2009). Além disso, o aumento da frequência de fornecimento favorece a adaptação morfofuncional do epitélio ruminal, promovendo maior proliferação celular, ampliação da área das papilas, aumento da diversidade microbiana e redução da ocorrência de disbiose, o que se reflete em melhor digestibilidade dos nutrientes (SILVA et al., 2018). Esses efeitos fisiológicos positivos influenciam diretamente o comportamento ingestivo, a atividade de fermentação ruminal e o aproveitamento dos alimentos, resultando em melhor desempenho produtivo dos animais (SALDANHA et al., 2021). Essa importância é ainda mais evidente em sistemas intensivos com dietas sem volumoso, onde a ausência de fibra longa compromete a estimulação física do rúmen, tornando os animais mais suscetíveis a distúrbios metabólicos, como a acidose ruminal subaguda (GABR et al., 2025).

A definição da frequência ideal de fornecimento deve considerar o tipo de dieta, a estrutura do sistema de produção e os custos operacionais envolvidos (GONZÁLEZ et al., 2018). Embora frequências mais altas promovam estabilidade ruminal e melhor aproveitamento dos nutrientes, sua implementação eficaz requer tecnologias que garantam precisão, regularidade e menor dependência de mão de obra, como os alimentadores automatizados (ROMANO et al., 2023).

Em síntese, a frequência alimentar adequada constitui um elemento-chave no manejo nutricional de confinamentos, especialmente naqueles que utilizam dietas sem volumoso (ARGENTA et al., 2019). Quando corretamente aplicada, essa prática contribui para estabilizar a fermentação ruminal, prevenir distúrbios digestivos, melhorar a eficiência alimentar e promover o bem-estar animal (JONKER, 2014).

2.3 Automação no fornecimento de alimentos para ruminantes

A automação do fornecimento de alimentos tem se consolidado como uma das principais inovações no contexto da pecuária de precisão, promovendo melhorias significativas na eficiência alimentar, no desempenho zootécnico e na gestão do sistema produtivo (ROMANO et al., 2023). O avanço das tecnologias voltadas à nutrição animal permite um controle mais apurado da frequência de trato, da composição da dieta e da quantidade ofertada, reduzindo as perdas por sobras ou excesso, além de garantir maior uniformidade no consumo dos animais (POMAR et al., 2019).

Nos sistemas convencionais, a alimentação é frequentemente limitada por fatores como horários fixos de trato, disponibilidade de mão de obra e capacidade de processamento e mistura da ração (BISAGLIA et al., 2012). Isso pode acarretar flutuações no consumo diário, concorrência entre animais e instabilidade ruminal, sobretudo em dietas com baixo teor de volumosos (SILVA, 2018). Nesse cenário, a automação emerge como uma solução estratégica, permitindo a distribuição da dieta em múltiplas porções ao longo do dia, de forma precisa, sem aumentar a exigência operacional da propriedade (TROTTER et al., 2022).

Estudos recentes de Scheneider et al., 2020, sugerem que o aumento na frequência de fornecimento da dieta, especialmente por meio de sistemas automatizados, pode promover melhorias no comportamento alimentar e no desempenho dos animais. A alimentação de bovinos de corte seis vezes ao dia, utilizando um sistema automatizado (robô alimentador), proporcionou uma distribuição mais uniforme da atividade alimentar ao longo do dia, favorecendo o acesso equitativo ao alimento e reduzindo a competição no cocho. Embora o estudo não tenha incluído grupo controle para comparação direta, os autores observaram resultados satisfatórios em termos

de condição corporal e rendimento de carcaça, indicando o potencial benefício da alimentação frequente no manejo de confinamentos intensivos

Entre os principais benefícios da automação, destaca-se a possibilidade de ajustes em tempo real, com base em dados gerados por sensores e softwares integrados, que monitoram o consumo individual, a rejeição de alimentos, o comportamento ingestivo e até mesmo a eficiência de conversão alimentar (OJO et al., 2024). Isso viabiliza decisões mais rápidas e embasadas sobre a formulação e manejo nutricional, contribuindo para a otimização de recursos e a sustentabilidade do sistema (ROSA et al., 2022).

Além disso, o uso de carros misturadores automatizados, bunkers inteligentes, balanças eletrônicas de precisão e sensores de cocho tem se tornado cada vez mais acessível, inclusive para propriedades de médio porte (ROMANO et al., 2023). Equipamentos modernos permitem não apenas a mistura homogênea dos ingredientes, mas também o fornecimento programado e individualizado, com controle via dispositivos móveis ou painéis centrais de gestão (SINNOTT et al., 2021; TERRY et al., 2020)

Outro ponto relevante é a redução da dependência de mão de obra especializada, um dos grandes desafios da pecuária moderna. Sistemas automatizados reduzem erros humanos no preparo e na distribuição da dieta, além de permitir o replanejamento da rotina da propriedade, tornando as atividades mais eficientes e organizadas. Essa característica é particularmente vantajosa em regiões com escassez de profissionais qualificados ou com elevados custos de contratação (DA BORSO et al., 2017).

A automação também apresenta impactos positivos no bem-estar animal. A oferta frequente e regular de alimento reduz o estresse competitivo no cocho, melhora o comportamento social dos animais e minimiza a ocorrência de distúrbios digestivos. Estudos demonstram que animais alimentados em maior frequência por sistemas automatizados apresentam menores variações no pH ruminal, maior tempo de ruminação e melhor aproveitamento dos nutrientes (ROBLES et al., 2007; SCHNEIDER et al., 2020).

Do ponto de vista econômico, a adoção de tecnologias de automação exige um investimento inicial significativo, porém os ganhos em eficiência alimentar, redução de desperdícios, e melhoria no desempenho produtivo tendem a compensar os custos no médio prazo. Além disso, a rastreabilidade dos dados permite análises comparativas e ajustes contínuos, alinhando a nutrição ao planejamento estratégico da propriedade (DAMBAULOVA et al., 2023; PAPADOPOULOS et al., 2025).

Em síntese, a automação do fornecimento de alimentos representa um pilar fundamental para a modernização da pecuária de corte e leite no Brasil (SILVA et al., 2018). Ao integrar

tecnologia, manejo nutricional e sustentabilidade, ela permite não apenas maior controle sobre os processos, mas também aumento da produtividade com responsabilidade ambiental e econômica (DA BORSO et al., 2017; ROMANO et al., 2023). No contexto de dietas sem volumoso, em especial, com uso de automação, viabiliza o uso eficiente de ingredientes alternativos, reduz os riscos metabólicos e potencializa os resultados zootécnicos, consolidando-se como uma ferramenta indispensável para os sistemas intensivos de produção animal.

3. Referências Bibliográficas

- ABIEC – Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. *Produção e exportação de carne bovina no Brasil em 2024*. São Paulo: ABIEC, 2024. Disponível em: <https://www.abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2024/>. Acesso em: 13 maio 2025.
- ARCANJO, A. H. M.; ÍTAVO, L. C. V.; ÍTAVO, C. C. B. F.; GOMES, M. N. B.; NAZÁRIO, C. E. D.; GURGEL, A. L. C.; DIAS-SILVA, T. P.; SANTANA, J. C. S.; SILVA, M. G. P. da; COELHO, F. de A. Carcass and meat characteristics of Nellore young bulls fed diet using cottonseed cake as a replacer of the forage fiber source. **Scientific Reports**, v. 14, n. 1, p. 8027, 2024. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-58738-9>
- ARCANJO, A. H. M.; ÍTAVO, L. C. V.; ÍTAVO, C. C. B. F.; FRANCO, G. L.; DIAS, A. M.; DOS SANTOS DIFANTE, G.; DE ASSIS LIMA, E.; SANTANA, J. C. S.; GURGEL, A. L. C. Cotton cake as an economically viable alternative fibre source of forage in a high-concentrate diet for finishing beef cattle in feedlots. **Tropical Animal Health and Production**, v. 54, n. 2, p. 112, 2022. <https://doi.org/10.1007/s11250-022-03120-y>
- ARGENTA, F. M.; CATTELAM, J.; ALVES FILHO, D. C.; BRONDANI, I. L.; PACHECO, P. S.; MARTINI, A. P. M. Padrões comportamentais de bovinos confinados com grãos de milho, aveia branca ou arroz com casca. **Ciência Animal Brasileira**, v. 20, p. e-49508, 2019. <https://doi.org/10.1590/1809-6891v20e-49508>
- BEAUCHEMIN, K. A.; YANG, W. Z.; RODE, L. M. Effects of particle size of alfalfa-based dairy cow diets on chewing activity, ruminal fermentation, and milk production. **Journal of dairy science**, v. 86, n. 2, p. 630–643, 2003. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73641-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73641-8)
- BISAGLIA, C.; BELLE, Z.; VAN DEN BERG, G.; POMPE, J. C. A. M. Automatic vs. conventional feeding systems in robotic milking dairy farms: a survey in The Netherlands. In: **International Conference of Agricultural Engineering, CIGR-AgEng2012, Valencia 8-12 July 2012, Papers Book**. Federation de Gremios de Editores de Espana, 2012. <https://air.unimi.it/handle/2434/206682>.
- DA BORSO, F.; CHIUMENTI, A.; SIGURA, M.; PEZZUOLO, A. Influence of automatic feeding systems on design and management of dairy farms. **Journal of agricultural engineering**, v. 48, n. s1, p. 48–52, 2017. <https://doi.org/10.4081/jae.2017.642>

- DAMBAULOVA, G. K.; MADIN, V. A.; UTEBAYEVA, Z. A.; BAIMYRZAEVA, M. K.; SHORA, L. Z. Benefits of automated pig feeding system: A simplified cost–benefit analysis in the context of Kazakhstan. **Veterinary World**, v. 16, n. 11, p. 2205, 2023. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2023.2205-2209>
- FOX, D. G.; TEDESCHI, L. O. Application of physically effective fiber in diets for feedlot cattle. In: **Proceedings of the plains nutrition conference**. AREC 02-20, 2002. p. 67-81. <https://nutritionmodels.com/papers/FoxandTedeschiPNC2002.pdf>
- GABR, A. A.; FARRAG, F.; AHMED, M.; SOLTAN, Y. A.; ATEYA, A.; MAFINDI, U. The Performance, Ingestive Behavior, Nutrient Digestibility, Ruminal Fermentation Profile, Health Status, and Gene Expression of Does Fed a Phytochemical–Lactobacilli Blend in Late Pregnancy. **Animals**, v. 15, n. 4, p. 598, 2025. <https://doi.org/10.3390/ani15040598>
- GONZÁLEZ, L. A.; KYRIAZAKIS, I.; TEDESCHI, L. O. Review: Precision nutrition of ruminants: Approaches, challenges and potential gains. *Animal* 12, s246–s261, 2018. <https://doi.org/10.1017/S1751731118002288>
- GOULART, R. S.; VIEIRA, R. A. M.; DANIEL, J. L. P.; AMARAL, R. C.; SANTOS, V. P.; TOLEDO FILHO, S. G.; CABEZAS-GARCIA, E. H.; TEDESCHI, L. O.; NUSSIO, L. G. Effects of source and concentration of neutral detergent fiber from roughage in beef cattle diets: comparison of methods to measure the effectiveness of fiber. **Journal of Animal Science**, v. 98, n. 5, p. skaa108, 2020a. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa108>
- GOULART, R. S.; VIEIRA, R. A. M.; DANIEL, J. L. P.; AMARAL, R. C.; SANTOS, V. P.; TOLEDO FILHO, S. G.; CABEZAS-GARCIA, E. H.; TEDESCHI, L. O.; NUSSIO, L. G. Effects of source and concentration of neutral detergent fiber from roughage in beef cattle diets on feed intake, ingestive behavior, and ruminal kinetics. **Journal of animal science**, v. 98, n. 5, p. skaa107, 2020b. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa107>
- ÍTAVO, L. C. V.; VALADARES FILHO, S. de C.; SILVA, F. F. da; VALADARES, R. F. D.; CECON, P. R.; ÍTAVO, C. C. B. F.; MORAES, E. H. B. K. de; PAULINO, P. V. R. Consumo, degradabilidade ruminal e digestibilidade aparente de fenos de gramíneas do gênero *Cynodon* e rações concentradas utilizando indicadores internos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 1024–1032, 2002. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982002000400027>
- JONKER, A.; MOLANO, G.; ANTWI, C.; WAGHORN, G. Feeding lucerne silage to beef cattle at three allowances and four feeding frequencies affects circadian patterns of methane

- emissions, but not emissions per unit of intake. **Animal Production Science**, v. 54, p. 1350–1353, 2014 <http://doi.org/10.1071/AN14235>
- MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 80, n. 7, p. 1463–1481, 1997. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76075-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76075-2)
- MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. **Forage quality, evaluation, and utilization**, p. 450–493, 1994. <https://doi.org/10.2134/1994.foragequality.c11>
- NAGARAJA, T. G.; TITGEMEYER, E. C. Ruminant acidosis in beef cattle: the current microbiological and nutritional outlook. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p. E17–E38, 2007. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-478>
- MILLEN, D. D.; PACHECO, R. D. L.; ARRIGONI, M. D. B.; GALYEAN, M. L.; VASCONCELOS, J. T. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of animal science**, v. 87, n. 10, p. 3427–3439, 2009. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-1880>
- NIWA, M. V.; ÍTAVO, L. C. V.; ÍTAVO, C. C. B. F.; DIAS, A. M.; DIFANTE, G. S.; LONGHINI, V. Z.; GOMES, R. C.; VEDOVATTO, M.; GURGEL, A. L. C.; MORAES, G. J. de; MONTEIRO, G. O. de A. Effect of physically effective neutral detergent fiber on nutrient intake and digestibility, ruminal and blood parameters, and ingestive behavior of confined beef cattle. **Tropical Animal Health and Production**, v. 55, n. 3, p. 224, 2023. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11250-023-03633-0>
- OJO, A. O.; MULIM, H. A.; CAMPOS, G. S.; JUNQUEIRA, V. S.; LEMENAGER, R. P.; SCHOONMAKER, J. P.; OLIVEIRA, H. R. Exploring Feed Efficiency in Beef Cattle: From Data Collection to Genetic and Nutritional Modeling. **Animals**, v. 14, n. 24, p. 3633, 2024. <https://doi.org/10.3390/ani14243633>
- OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J.; GILL, D. R. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: a review. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 3, p. 868–879, 1997 <https://doi.org/10.2527/1997.753868x>
- OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J.; GILL, D. R. Acidosis in cattle: a review. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 275–286, 1998. <https://doi.org/10.2527/1998.761275x>
- PAPADOPOULOS, G.; PAPANTONATOU, M.-Z.; UYAR, H.; KRIEZI, O.; MAVROMMATIS, A.; PSIROUKIS, V.; KASIMATI, A.; TSIPLAKOU, E.; FOUNTAS, S. Economic and

Environmental Benefits of Digital Agricultural Technological Solutions in Livestock Farming: A Review. **Smart Agricultural Technology**, p. 100783, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.100783>

- PINTO, A. C. J.; MILLEN, D. D. Nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists: the 2016 Brazilian survey. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 99, n. 2, p. 392–407, 2018. <https://doi.org/10.1139/cjas-2018-0031>
- POMAR, C.; REMUS, A. Precision pig feeding: a breakthrough toward sustainability. **Animal Frontiers**, v. 9, n. 2, p. 52–59, 2019. <https://doi.org/10.1093/af/vfz006>
- ROBLES, V.; GONZÁLEZ, L. A.; FERRET, A.; MANTECA, X.; CALSAMIGLIA, S. Effects of feeding frequency on intake, ruminal fermentation, and feeding behavior in heifers fed high-concentrate diets. **Journal of animal science**, v. 85, n. 10, p. 2538–2547, 2007. <https://doi.org/10.2527/jas.2006-739>
- ROMANO, E.; BRAMBILLA, M.; CUTINI, M.; GIOVINAZZO, S.; LAZZARI, A.; CALCANTE, A.; TANGORRA, F. M.; ROSSI, P.; MOTTA, A.; BISAGLIA, C. Increased cattle feeding precision from automatic feeding systems: considerations on technology spread and farm level perceived advantages in Italy. *Animals*, v. 13, n. 21, p. 3382, 2023. <https://doi.org/10.3390/ani13213382>
- ROSA, Y. M. da; ZAGO, D.; OLIVEIRA, T. E. de; CAMARGO, V. de A.; BARCELLOS, J. O. J. Feed technologies and efficiency in cow-calf systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 51, p. e20210193, 2022. <https://doi.org/10.37496/rbz5120210193>
- SALDANHA, R. B.; DOS SANTOS, A. C. P.; ALBA, H. D. R.; RODRIGUES, C. S.; PINA, D. dos S.; CIRNE, L. G. A.; SANTOS, S. A.; PIRES, A. J. V.; SILVA, R. R.; TOSTO, M. S. L. Effect of feeding frequency on intake, digestibility, ingestive behavior, performance, carcass characteristics, and meat quality of male feedlot lambs. **Agriculture**, v. 11, n. 8, p. 776, 2021. <https://doi.org/10.3390/agriculture11080776>
- SCHNEID, K.N.; FOOTE, A.P.; BECK, P.A.; FARRAN, G.L.; WILSON, B.K. Using whole cottonseed to replace dried distillers grains plus solubles and prairie hay in finishing beef cattle rations balanced for physically effective neutral detergent fiber. **Applied Animal Science**, v.38, n.5, p.417–432, 2022. <https://doi.org/10.15232/aas.2022-02305>

- SCHNEIDER, L.; VOLKMANN, N.; KEMPER, N.; SPINDLER, B. Feeding behavior of fattening bulls fed six times per day using an automatic feeding system. **Frontiers in veterinary science**, v. 7, p. 43, 2020. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00043>
- SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S.; BEAUCHEMIN, K. A.; SHAH, M. A. Relationship between feeding behavior and performance of feedlot steers fed barley-based diets. *Journal of Animal Science*, v. 89, p. 1180–1192, 2011 <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3007>
- SILVA, J. da; CARRARA, T. V. B.; PEREIRA, M. C. S.; OLIVEIRA, C. A. de; BATISTA JÚNIOR, I. C.; WATANABE, D. H. M.; RIGUEIRO, A. L. N.; ARRIGONI, M. D. B.; MILLEN, D. D. Feedlot performance, feeding behavior and rumen morphometrics of Nellore cattle submitted to different feeding frequencies. **Scientia Agricola**, v. 75, p. 121–128, 2018. <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2016-0335>
- SILVESTRE, A. M.; MILLEN, D. D. The 2019 Brazilian survey on nutritional practices provided by feedlot cattle consulting nutritionists. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 50, p. e20200189, 2021. <https://doi.org/10.37496/rbz5020200189>
- SINNOTT, A. M.; KENNEDY, E.; BOKKERS, E. A. M. The effects of manual and automated milk feeding methods on group-housed calf health, behaviour, growth and labour. **Livestock Science**, v. 244, p. 104343, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104343>
- TERRY, S. A.; BASARAB, J. A.; GUAN, L. L.; MCALLISTER, T. A. Strategies to improve the efficiency of beef cattle production. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 101, n. 1, p. 1–19, 2020. <https://doi.org/10.1139/cjas-2020-002>
- TROTTER, M.; BAILEY, D.; MANNING, J.; EVANS, C.; COSTA, D.; FOGARTY, E.; CHANG, A.; SCHAEFER, A.; COOK, N. J.; VRANKEN, E. Advances in precision livestock farming, 2022.
- VALADARES FILHO, S. de C.; COSTA E SILVA, L. F.; LOPES, S. A.; PRADOS, L. F.; CHIZZOTTI, M. L.; MACHADO, P. A. S.; BISSARO, L. Z.; FURTADO, T. BR-Corte 3.0. Cálculo de exigências nutricionais, formulação de dietas e predição de desempenho de zebuínos puros e cruzados. **UFV, Viçosa, MG**, 2016. <https://doi.org/10.5935/978-85-8179-111-1.2016B001>
- ZEBELI, Q.; ASCHENBACH, J. R.; TAJAJ, M.; BOGUHN, J.; AMETAJ, B. N.; DROCHNER, W. Invited review: Role of physically effective fiber and estimation of dietary fiber adequacy

in high-producing dairy cattle. **Journal of dairy science**, v. 95, n. 3, p. 1041–1056, 2012.

<https://doi.org/10.3168/jds.2011-4421>

ARTIGO**FONTES DE FIBRA E FREQUÊNCIA DE FORNECIMENTO DAS DIETAS
PARA TERMINAÇÃO DE BOVINOS NELORE EM CONFINAMENTO#**

Fiber sources and frequency of supply of diets for finishing Nelore cattle in confinement.

Artigo redigido Segundo as normas da revista “*Tropical Animal Health and Production*”.

Fontes de fibra e frequência de fornecimento das dietas para terminação de bovinos nelore em confinamento.

Maria Fernanda Garcia Baveloni^{1*}, Luís Carlos Vinhas Ítavo¹, Luan Sousa dos Santos¹,
Priscilla Dutra Teixeira¹

¹ College of Veterinary Medicine and Animal Science of the Federal University of Mato Grosso do Sul. Av. Senador Filinto Muller, 2443. Vila Ipiranga. CEP 79070-900 Campo Grande, MS, Brazil.

* Corresponding author.

M.F.G. Baveloni: e-mail: maria_baveloni@ufms.br

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FAMEZ)

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)

Av. Senador Filinto Müller, 2443. Cidade Universitária. 79070-900.

Campo Grande-MS, Brazil

Resumo

Hipotetizou-se que o uso de dieta completa sem volumoso, utilizando a torta de algodão como fonte de fibra, fornecida 6x ao dia, utilizando automação na alimentação, poderia otimizar o desempenho produtivo e econômico de bovinos terminados em confinamento. Assim, objetivou-se avaliar os efeitos da fonte de fibra e da frequência alimentar sobre o desempenho produtivo e econômico de bovinos de corte terminados em confinamento. Foram utilizados 24 machos Nelore não castrados com peso vivo inicial médio de $461,5 \pm 23,44\text{kg}$, idade média de aproximadamente 24 meses e alojados em baias individuais. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2×2 , sendo duas fontes de fibra (silagem de milho ou torta de algodão) e duas frequências de alimentação (fornecimento 2x ou 6x ao dia), com 6 repetições cada. A substituição da silagem por torta de algodão não comprometeu o desempenho produtivo ($P > 0,05$) e proporcionou menor custo alimentar ($P = 0,0026$) e maior margem líquida por animal ($P = 0,0170$). O fornecimento 2x ao dia aumentou o consumo de nutrientes ($P < 0,05$) e apresentou tendência de maior GMD ($P = 0,0585$). O tempo de ruminação foi maior com dieta com volumoso ($P < 0,05$), enquanto a eficiência de ruminação foi superior com dieta sem volumoso ($P = 0,0249$). Todos os parâmetros bioquímicos permaneceram dentro dos valores de referência, indicando que ambos os tratamentos foram fisiologicamente seguros. A torta de algodão mostrou-se uma alternativa viável ao volumoso em dietas de confinamento, enquanto o aumento da frequência de alimentação não promoveu benefícios adicionais.

Palavras-chave: alimentador automatizado, confinamento, dieta sem volumoso, frequência alimentar, torta de algodão

Abstract

It was hypothesized that the use of a complete diet without bulk, using cottonseed cake as a fiber source, supplied 6x a day, using automation in feeding, could optimize the productive and economic performance of cattle finished in feedlot. Thus, the objective of this study was to evaluate the effects of fiber source and feeding frequency on the productive and economic performance of beef cattle finished in feedlot. Twenty-four uncastrated Nellore males with an average initial live weight of 461.5 ± 23.44 kg, average age of approximately 24 months, and housed in individual stalls were used. The design used was completely randomized in a 2×2 factorial scheme, with two fiber sources (corn silage or cottonseed cake) and two feeding frequencies (supply 2x or 6x a day), with 6 replicates each. The replacement of silage with cottonseed meal did not compromise productive performance ($P > 0.05$) and provided lower feed cost ($P = 0.0026$) and higher net margin per animal ($P = 0.0170$). Feeding 2x a day increased nutrient intake ($P < 0.05$) and showed a trend towards higher ADG ($P = 0.0585$). Rumination time was longer with a diet with forage ($P < 0.05$), while rumination efficiency was higher with a diet without forage ($P = 0.0249$). All biochemical parameters remained within the reference values, indicating that both treatments were physiologically safe. Cottonseed meal proved to be a viable alternative to forage in feedlot diets, while increasing feeding frequency did not promote additional benefits.

Keywords: automated system, confinement, forage free diet, feeding frequency, cottonseed cake

Introdução

O uso de dietas com alto teor de concentrado, ou até sem volumoso, devido ao maior teor energético, têm sido amplamente adotado para otimizar o desempenho animal, reduzir custos operacionais e aumentar a eficiência alimentar de bovinos terminados em confinamentos (Millen et al. 2009; Pinto e Millen, 2018; Silvestre et al. 2021). Porém, essas dietas podem levar a um aumento da fermentação ruminal, vindo a causar distúrbios metabólicos e algumas disfunções, que consequentemente, reduz o consumo de matéria seca e desempenho animal (Owens et al. 1998; Mertens 1997; Nagaraja e Lechtenberg, 2007).

Nesse sentido, a inclusão de coprodutos fibrosos, como por exemplo, a torta de algodão, que oferece níveis adequados de fibra fisicamente efetiva (FDNfe), pode promover a ruminação e a manutenção do pH ruminal, além de ser considerado de baixo custo (Goulart et al. 2020; Arcanjo et al. 2022; Valadares Filho et al. 2016). Além disso, para minimizar os impactos negativos de uma dieta rica em concentrado, pode ser vantajoso implementar estratégias de manejo como aumento na frequência de fornecimento da ração. A frequência alimentar afeta diretamente a dinâmica da fermentação ruminal, produção de ácidos graxos voláteis e morfologia das papilas ruminais (Jonker et al. 2014; Silva et al. 2018). Uma alimentação frequente e regular minimiza oscilações no consumo de matéria seca e quedas bruscas no pH ruminal, criando um ambiente mais favorável à microbiota ruminal (Schwartzkopf-Genswein et al. 2004; Saldanha et al. 2021). Contudo, frequências alimentares mais elevadas aumentam custos operacionais devido à maior demanda por mão de obra (Da Borso et al. 2017; Romano et al. 2023).

Para mitigar esse desafio, sistemas automatizados de alimentação vêm sendo adotados para bovinos, proporcionando precisão e regularidade nas refeições, reduzindo a dependência de mão de obra e otimizando o manejo nutricional, semelhante ao já consolidado na suinocultura (Romano et al. 2023). A automação do manejo de cochos não apenas reduz a variabilidade associada à avaliação humana, mas também otimiza a alocação de ração, contribuindo para a melhoria da eficiência alimentar e do desempenho dos animais. Além disso, a implementação desse sistema automatizado pode diminuir a dependência de mão de obra especializada e promover uma gestão nutricional mais precisa e consistente nos confinamentos (McMeniman et al. 2025).

Diante do exposto, formulou-se as hipóteses que o fornecimento de uma dieta completa sem volumoso, utilizando a torta de algodão como fonte de fibra e administrada seis vezes ao dia por sistema automatizado, poderia otimizar o desempenho produtivo e econômico de bovinos terminados em confinamento. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da frequência alimentar automatizada e da inclusão de fonte alternativa de fibra sobre consumo,

desempenho produtivo e econômico, eficiência alimentar e características de carcaça de bovinos de corte confinados.

Materiais e Métodos

O experimento foi realizado no setor de confinamento de bovinos de corte na Fazenda Escola da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (FAMEZ/UFMS), localizada no município de Terenos, Mato Grosso do Sul, Brasil. Os procedimentos experimentais foram submetidos à apreciação e aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (Protocolo N° 1.181/2021).

Animais, delineamento experimental e dietas

Foram utilizados 24 Nelore não castrados, provenientes do setor de bovinos de corte da Fazenda Escola da FAMEZ/UFMS, com peso vivo inicial médio de $461,5 \pm 23,44$ kg. Os animais foram confinados em baias individuais (4×20m) com piso dos cochos concretados, comedouro individual (2,5m) e bebedouro com capacidade de 1000L dividido entre duas baias.

O período experimental foi de 76 dias, sendo 15 dias para adaptação as baias e a dieta. A adaptação foi realizada com a dieta final de terminação com restrição no fornecimento de 50% no primeiro dia, e aumento diário de 5%. As dietas experimentais (Tabela 1) foram formuladas para serem isoprotéicas e isoenergéticas. As dietas foram diferenciadas quanto à fonte de fibra: uma contendo silagem de milho como volumoso e outra utilizando torta de algodão (Tabela 1) como fonte alternativa de fibra fisicamente efetiva (Tabela 2).

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2×2 sendo duas fontes de fibra (silagem de milho ou torta de algodão) e duas frequências de alimentação (2x ou 6x ao dia), totalizando quatro tratamentos com seis repetições por tratamento.

Os tratamentos consistiram: SM2X - dieta com silagem de milho e concentrado fornecido duas vezes ao dia; SM6X - dieta com silagem de milho e concentrado fornecido seis vezes ao dia; TA2X - dieta sem forragem contendo torta de algodão fornecido duas vezes ao dia; TA6X dieta sem forragem contendo torta de algodão fornecido concentrado seis vezes ao dia. As dietas foram fornecidas duas vezes (08:30 e 15:30) e seis vezes (08:30, 09:30, 10:30, 13:30, 14:30 e 15:30) ao dia, após a coleta das sobras. A dieta composta por silagem de milho, o volumoso foi fornecido manualmente e o concentrado fornecido pelo robô alimentador. No caso da dieta com torta de algodão e concentrado, ambos os ingredientes foram fornecidos pelo robô alimentador.

Consumo de nutrientes e desempenho

O consumo dos nutrientes foi determinado pela diferença entre a quantidade fornecida e a quantidade presente nas sobras, as quais foram consideradas como desperdício. Com base nesse valor, realizavam-se ajustes diários na oferta da dieta, aumentando ou reduzindo 5% a 10% da quantidade total de ração, conforme o nível de sobra observado nas baias.

As pesagens dos animais foram realizadas nos dias 0, 15, 30, 60 e 76 de confinamento, após jejum de 16 horas para o acompanhamento do ganho dos animais. O ganho de peso total (GPT) foi determinado pela diferença entre o peso vivo final (PVF) e o peso vivo inicial (PVI). O ganho médio diário (GMD) foi calculado dividindo o ganho de peso total pelo número de dias de confinamento. A eficiência alimentar (EA) foi expressa como a razão entre o GMD e o consumo médio diário de matéria seca (CMS), multiplicada por 100. A conversão alimentar (CA), foi calculada pela razão entre o consumo médio de matéria seca e o GMD.

Para a determinação das porcentagens de FDNfe das fontes de fibra, silagem de milho e torta de algodão, utilizou o conjunto de peneiras *Penn State Particle Separator*, considerando-se a proporção de partículas retidas de FDN nos crivos de 19 mm e 8 mm.

Análise sanguínea

As amostras de sangue foram coletadas por punção da veia coccígea no 1º e 76º dia de experimento, utilizando tubos contendo EDTA como anticoagulante. Em seguida, as amostras foram centrifugadas a $2.000 \times g$ por 10 minutos, à temperatura ambiente. O plasma obtido foi congelado a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ para posterior análise dos seguintes parâmetros bioquímicos: glicose, aspartato aminotransferase (AST), gama-glutamilttransferase (GGT), concentração de ureia e proteína total. As análises foram realizadas no Laboratório de Análises Clínicas do Hospital Veterinário da FAMVZ/UFMS, em Campo Grande – MS.

Comportamento ingestivo

Foram realizadas duas avaliações do comportamento ingestivo dos animais durante 24 horas contínuas, com o objetivo de analisar tanto o período de fornecimento da dieta (das 8h30 às 15h30) quanto o comportamento ao longo do dia. As observações foram conduzidas visualmente por uma equipe, sendo que cada observador monitorou seis baias com registros feitos a cada cinco minutos, anotando os comportamentos de alimentação, ingestão de água, ruminação e ócio. As variáveis analisadas incluíram o tempo gasto com alimentação, ingestão hídrica, ruminação e ócio (min/dia), com médias calculadas para os dois períodos avaliados. A eficiência de consumo foi avaliada partir do CMS dividido pelo tempo de alimentação e a eficiência de ruminação foi calculada através da divisão CFDN pelo tempo de ruminação.

Abate, tipificação das carcaças e coleta de amostras

Ao final do período experimental, os animais foram submetidos a jejum de 24 horas e abatidos em um frigorífico comercial, utilizando a técnica de concussão cerebral seguida da secção da veia jugular, remoção do couro e evisceração. As carcaças foram identificadas individualmente, seccionadas longitudinalmente, pesadas e resfriadas a 2 °C por 24 horas. Após esse período, foi determinado o peso de carcaça quente (PCQ) e cálculo do rendimento de carcaça quente (RCQ), determinado pela relação entre PCQ e o peso vivo final em jejum.

Análise econômica

A média de insumos gastos na alimentação dos novilhos foi calculada com a ração utilizada (dieta total, fonte de fibra e concentrado) dividida por 76 dias, pelo % de PV e kg de ganho de peso dos animais. Portanto, o custo por tonelada de matéria natural da dieta sem volumoso foi de US\$ 308,06 e da dieta com silagem de milho US\$ 251,61/t.

A análise econômica considerou o valor do equivalente-carcaça no momento do abate (US\$ 51,61). A receita por animal (US\$) foi obtida multiplicando-se o valor do equivalente-carcaça e o valor da carcaça do animal. A margem líquida por animal foi determinada pela diferença entre a receita bruta obtida na venda do animal e o custo alimentar total ao longo do confinamento.

Análises laboratoriais

As análises das amostras de alimentos, dieta completa e sobras foram realizadas no Laboratório de Nutrição Aplicada da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FAMEZ) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Para determinar a composição química, as amostras foram pré-secadas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 h e moídas em moinho com peneira de 1mm. As amostras foram analisadas como descrito por Detmann et al. (2021): MS = matéria seca (INCT método G-003/1); MM = matéria mineral (INCT método M-001/2), MO = matéria orgânica (INCT método M-001/2); EE= extrato etéreo ((INCT método G-004/1), FDN = fibra insolúvel em detergente neutro (INCT método F-001/2), PB = proteína bruta (N total x 6,25) (INCT método N-001/2). Posteriormente foram realizadas análises de matéria seca (MS), a matéria mineral (MM), a matéria orgânica (MO), a proteína bruta (PB) e a FDN.

O NDT estimado (Cappelle et al. 2001) foi calculado a partir da fórmula:

$$NDT = 91.0246 - 0.571588 \times FDN$$

Análises estatísticas

Os dados foram analisados utilizando o procedimento GLM (General Linear Model) do software SAS Studio 3.8, executado na plataforma SAS 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, EUA), com os tratamentos considerados como efeito fixo. O modelo estatístico utilizado foi o seguinte:

$$Y_{ijk} = \mu + FF_i + FA_j + FF \times FA + e_{ij}$$

Onde Y_{ijk} é o valor observado do animal k da fonte de fibra i na frequência de alimentação j ; μ é a média geral; FF_i é o efeito da fonte de fibra ($i=1, 2$; sendo silagem de milho ou torta de algodão); FA_j é o efeito da frequência de alimentação j ($j=1, 2$; sendo fornecimento 2x ao dia ou 6x ao dia); $FF \times FA_k$ é o efeito da interação entre a fonte de fibra e a frequência de alimentação; e e_{ijk} é o erro aleatório associado a cada observação.

Os valores de P foram considerados significativos quando $P \leq 0,05$ e como tendências o intervalo de $0,05 < P \leq 0,10$.

Resultados

Não houve interação significativa entre a fonte de fibra e a frequência de fornecimento da dieta para consumo de matéria seca e consumo de nutrientes ($P > 0,05$). Observou-se, entretanto, efeito da frequência alimentar diurna sobre essas variáveis, sendo que os animais alimentados duas vezes ao dia apresentaram maiores consumos de matéria seca ($P=0,0059$), matéria orgânica ($P=0,0058$), proteína bruta ($P=0,0061$), extrato etéreo ($P=0,0204$), FDN ($P=0,0059$), FDN fisicamente efetiva ($P=0,0057$) e nutrientes digestíveis totais estimados ($P=0,0058$), em comparação àqueles alimentados seis vezes ao dia. A fonte de fibra não influenciou significativamente o consumo de matéria seca (kg/dia e %PV; $P > 0,10$), no entanto encontrou-se diferença significativa no consumo do extrato etéreo ($P < 0,0001$). Para os demais nutrientes não houve diferença significativa ($P > 0,05$) (Tabela 3).

Não foram observados efeitos significativos da fonte de fibra nem da interação entre fonte de fibra e frequência de fornecimento diurno sobre as variáveis de desempenho produtivo dos animais ($P > 0,05$). No entanto, em relação à frequência alimentar, os animais alimentados duas vezes ao dia tenderam a apresentaram maior ganho de peso total (+29,0 kg; $P=0,0592$) e maior ganho médio diário (+0,4 kg/dia; $P=0,0595$), quando comparados aqueles alimentados seis vezes ao dia. As características de carcaça, como PCQ e RC, também não foram influenciadas pelos tratamentos ($P > 0,05$) (Tabela 4).

O tempo de consumo de alimento (min e %) não foi influenciado pela fonte de fibra nem pela frequência de fornecimento, no entanto observou-se uma tendência na interação entre os fatores para as variáveis avaliadas durante o período de fornecimento da dieta ($P = 0,0701$ e $P = 0,0556$, respectivamente). As maiores médias foram observadas nos animais alimentados com dieta com silagem como fonte de fibra alimentados duas vezes ao dia (Tempo de alimentação = 106 min) (Figura 2). A eficiência de consumo apresentou efeito significativo da interação entre os fatores ($P = 0,0314$), com destaque para o maior valor nos animais que receberam dieta sem volumoso, contendo torta de algodão como fonte de fibra, alimentados duas vezes ao dia (Eficiência de consumo = 10,0 kg/h). O tempo de ruminação (min e %) foi significativamente maior nos animais que receberam dieta com volumoso ($P < 0,05$), com médias de 295 min ao longo de 24 horas, e de 67 min durante o período de fornecimento (Figura 1). A eficiência de ruminação foi influenciada pela fonte de fibra ($P = 0,0249$), sendo mais elevada nos animais alimentados com dieta sem volumoso, especialmente naqueles alimentados duas vezes ao dia (Eficiência de ruminação = 7,2 kg/h) (Tabela 5).

Para os parâmetros bioquímicos, não foram observados efeitos significativos da fonte de fibra, da frequência de alimentação ou da interação entre esses fatores sobre as concentrações sanguíneas de glicose, AST, creatinina e proteína total ($P > 0,05$), no início e ao final do período experimental. Não houve diferença significativa sobre as variáveis: glicose, AST, GGT, creatinina e proteína total ($P > 0,05$) no início do experimento. Ao final do período experimental a atividade da enzima GGT foi influenciada apenas pela frequência alimentar ($P = 0,0448$), com maiores médias nos animais alimentados seis vezes ao dia. Observou-se ainda uma tendência de correlação negativa entre a atividade da GGT e o ganho médio diário ($r = -0,41$; $P = 0,06$). A concentração plasmática de ureia foi significativamente maior nos animais que receberam dieta sem volumoso ($P = 0,0357$), independentemente da frequência de fornecimento (Tabela 6).

Da mesma forma, não houve efeito significativo da frequência de fornecimento, nem da interação com a fonte de fibra, sobre as variáveis econômicas, como eficiência alimentar e conversão alimentar ($P > 0,10$) (Tabela 7). A receita (U\$/animal) não apresentou diferença significativa em função da fonte de fibra ($P = 0,8479$), apresentando valores médios U\$ 1032,95 e U\$ 1021,35 para as dietas com silagem de milho e torta de algodão, respectivamente. Dieta com silagem de milho apresentou maior custo alimentar (188,9 U\$/animal e 112,3 U\$/animal; $P = 0,0026$) e conseqüentemente menor margem (659,5 U\$/animal e 769,7 U\$/animal; $P = 0,0170$) (Tabela 7).

Discussão

A semelhança no desempenho entre os tratamentos pode estar diretamente relacionada à similaridade no consumo de matéria seca pelos animais. Segundo Mertens (1994), entre 60% a 90% da variação no desempenho animal está relacionada ao consumo, e apenas 10% a 40% à digestibilidade. Ambos os grupos consumiram dietas com 37,5% de FDN, valor superior à média nacional de 21,8% em confinamentos (Silvestre e Millen, 2021). Além disso, os teores de FDN fisicamente efetiva (FDNfe) foram semelhantes: 75,7% na dieta com torta de algodão e 76,3% na dieta com silagem, o que garantiu estímulo adequado à ruminação, mastigação, salivacão e tamponamento ruminal (Mertens, 1997). Estudos de Goulart et al. (2020), Niwa et al. (2023) e Arcanjo et al. (2024b) também demonstram que a torta de algodão é capaz de fornecer FDNfe em níveis compatíveis com a manutenção da saúde ruminal, mesmo em dietas isentas de volumoso.

O comportamento ingestivo dos animais foi influenciado pela fonte de fibra, com menor tempo de ruminação e maior eficiência de consumo nas dietas sem volumoso, especialmente quando fornecidas duas vezes ao dia. Os animais que receberam silagem de milho como fonte de fibra passaram mais tempo em ruminação, devido ao maior volume ocupado por esse alimento no rúmen, o que aumenta o enchimento e por sua vez, estimula a ruminação. Para os animais alimentados com dieta contendo torta de algodão como fonte de fibra apresentaram menor tempo de ruminação e maiores eficiências de consumo e de ruminação, especialmente quando a dieta foi fornecida duas vezes ao dia. Segundo Mertens (1997) e Van Soest (1994), esse comportamento está relacionado à efetividade física da fibra presente na torta de algodão, que contém menor proporção de partículas longas, que apesar de estimular a ruminação, exige menos tempo de ruminação. Esses resultados são compatíveis com os achados de Arcanjo et al. (2024b), que também observaram maior eficiência alimentar e redução no tempo de ruminação em dietas compostas por esse coproduto.

Em contrapartida, a tendência de superioridade nos animais alimentados duas vezes ao dia, com ganho adicional de 29,0 kg no GPT e de 0,4 kg/dia no GMD pode estar relacionada à maior eficiência de utilização dos nutrientes quando o fornecimento é menos fracionado, desde que a dieta contenha níveis adequados de FDNfe. Além disso, o fornecimento fracionado ao longo do dia, especialmente em horários mais quentes, pode ter prejudicado o conforto térmico e o comportamento ingestivo dos animais, afetando negativamente o desempenho. Resultado semelhante foi observado por Silva et al. (2018), que não identificaram efeito significativo da frequência alimentar (de uma a quatro vezes ao dia) sobre o consumo ou rendimento de carcaça de bovinos Nelore confinados.

Os parâmetros sanguíneos analisados de glicose, AST, GGT, creatinina e proteína total permaneceram dentro dos limites fisiológicos estabelecidos por Kaneko et al. (2008), indicando que as diferentes fontes de fibra e manejos de frequência alimentar não comprometeram a homeostase metabólica dos tourinhos Nelore. Esses achados corroboram os resultados de Arcanjo et al. (2024a), que também relataram estabilidade metabólica em bovinos alimentados com torta de algodão. Entretanto, níveis mais elevados da enzima GGT podem estar relacionados ao desempenho produtivo, uma vez que foi observada correlação negativa entre sua atividade e o ganho de peso dos animais. A maior atividade da GGT foi registrada nos animais alimentados seis vezes ao dia, os quais também apresentaram tendência de menor GMD, sugerindo um possível maior estímulo hepático decorrente do fracionamento da dieta, ainda que sem indicar alterações clínicas. Apesar disso, todos os valores permaneceram dentro da faixa de normalidade, reforçando que a substituição do volumoso (silagem de milho) por torta de algodão como fonte de fibra, aliada ao fornecimento automatizado da dieta, configura uma estratégia nutricional viável do ponto de vista fisiológico.

Em termos econômicos, a torta de algodão se destacou como uma alternativa viável à silagem de milho. Sendo um coproduto agroindustrial, apresenta menor custo de aquisição e facilidade de armazenamento, mistura para confecção de ração total e fornecimento automatizado, o que impacta diretamente na redução dos custos operacionais e aumento da margem econômica por animal. Estudos de Arcanjo et al. (2024) e Paulino et al. (2013) reforçaram essa vantagem ao destacarem que dietas isentas de volumoso simplificam o manejo em confinamentos. Bellengeri et al. (2019) também apontaram o manejo da silagem como um dos principais entraves logísticos em sistemas intensivos. Além disso, por ser um ingrediente amplamente disponível na região Centro-Oeste, o uso da torta de algodão contribui para a sustentabilidade do sistema produtivo, diminuindo a pressão por áreas destinadas à produção de volumosos (Goulart et al., 2020).

Dessa forma, confirma-se a hipótese de que a torta de algodão é uma fonte viável de fibra não forrageira em dietas ricas em concentrado, promovendo desempenho zootécnico equivalente ao da silagem de milho, com menor custo alimentar e maior viabilidade operacional. Por outro lado, rejeita-se a hipótese de que o aumento da frequência de fornecimento da dieta melhora o desempenho produtivo, uma vez que não foram observados efeitos significativos dessa variável no presente estudo.

Conclusão

A torta de algodão é uma alternativa viável como fonte de fibra em ração total sem volumoso para bovinos de corte em confinamento, contribuindo para a intensificação sustentável do sistema. Essa

substituição não compromete o desempenho produtivo nem as características de carcaça dos animais, demonstrando equivalência em relação à silagem de milho. O aumento em seis vezes da frequência de alimentação diurna automatizada não promove benefícios adicionais no consumo de nutrientes, desempenho produtivo e econômico.

Agradecimentos

À Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS) e ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal (PPGCA), pelo ensino e infraestrutura de ensino, ciência e tecnologia disponibilizados durante meu mestrado. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT). À empresa ROBOAGRO pelo fornecimento do equipamento alimentador automático, bem como suporte técnico para a execução do projeto.

Contribuições dos autores

Maria Fernanda Garcia Baveloni, Luís Carlos Vinhas Ítavo e Luan Sousa dos Santos: idealizaram e desenharam a pesquisa; escreveu o manuscrito;

Maria Fernanda Garcia Baveloni, Luís Carlos Vinhas Ítavo e Priscilla Dutra Teixeira: discussão dos resultados e revisão do manuscrito;

Maria Fernanda Garcia Baveloni, Luís Carlos Vinhas Ítavo e Priscilla Dutra Teixeira: conceituação, metodologia, investigação, validação, curadoria de dados, redação.

Todos os autores leram e aprovaram o manuscrito.

Disponibilidade de dados

Os conjuntos de dados gerados e/ou analisados durante o estudo atual estão disponíveis junto ao autor correspondente mediante solicitação razoável.

Disponibilidade do código

Não aplicável.

Financiamento

Esta pesquisa foi financiada pela bolsa número: 001 [Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Brasil (CAPES)]; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e

Tecnológico (CNPq) e Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT).

Declarações

Aprovação ética

Este estudo foi conduzido em estrita conformidade com as recomendações do Guia do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal. O Comitê de Ética em Uso de Animais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul aprovou o protocolo experimental da pesquisa.

Conflito de interesses

Os autores não têm conflitos de interesse a declarar

Referências

- Arcanjo AHM, Ítavo LCV, Ítavo CCBF, Franco GL, Dias AM, Difante GS, Lima EA, Santana JCS, Gurgel, ALC (2022) Cotton cake as an economically viable alternative fibre source of forage in a high-concentrate diet for finishing beef cattle in feedlots. *Trop Anim Health Prod*, 54:112. <https://doi.org/10.1007/s11250-022-03120-y>
- Arcanjo AHM, Ítavo LCV, Ítavo CCBF, Gomes MNB, Nazário CED, Gurgel ALC, Dias-Silva TP, Santana JCS, Silva MGP, Aguiar Coelho F (2024a) Carcass and meat characteristics of Nellore young bulls fed diet using cottonseed cake as a replacer of the forage fiber source. *Sci Rep*, 14:8027 <https://doi.org/10.1038/s41598-024-58738-9>
- Arcanjo AHM, Ítavo LCV, Ítavo CCBF, Dias AM, Difante GS, Franco GL, Longhini VZ, Gomes FK, Ali O, Santana JCS, Gurgel ALC, Candido AR, Costa CM. (2024b). Effectiveness of cottonseed cake fibre included in the diet of Nellore steers finished in confinement. *New Zeal J Agr Res*. 67(2):268–282. <https://doi.org/10.1080/00288233.2022.2161096>
- Bellengeri A, Cabrera V, Gallo A, Liang D, Masoero F (2019) A survey of dairy cattle management, crop planning, and forages cost of production in Northern Italy. *Ital J Anim Sci*, 18:786–798. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2019.1580153>
- Cappelle ER, Valadares Filho SC, Silva JFC (2001) Estimates of the energy value from chemical characteristics of the feedstuffs. *Rev Bras Zootec*, 30:1837–1856. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000700022>
- Da Borso F, Chiumenti A, Sigura M, Pezzuolo A (2017) Influence of automatic feeding systems on design and management of dairy farms. *J Agric Eng*, 48(s1):48–52. <https://doi.org/10.4081/jae.2017.642>
- Da Mata D, Ítavo LCV, Ítavo CCBF, Ferreira JDI, Paulino PVR, Moraes GJ, Niwa MVG, Kozerski ND, Leal ES, Costa MCM (2023) Ruminal responses, digestibility, and blood parameters of beef cattle fed diets without forage with different hybrids and processing of the corn. *J Anim Physiol Anim Nutr*, 107:367–378. <https://doi.org/10.1111/jpn.13728>

- Detmann E, Costa e Silva LF, Rocha GC, Palma MNN, Rodrigues JPP (2021) Métodos para análises de alimentos. INCT-Ciência Animal, 2ª ed. Visconde do Rio Branco: Suprema. 350p.
- Gomes MNB, Feijó GLD, Duarte MT, Silva LGP, Surita LMA, Pereira MWF (2021) Manual de avaliação de carcaças bovinas. Editora UFMS, Campo Grande, Brazil. <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/3865>
- Goulart RS, Vieira RAM, Daniel JLP, Amaral RC, Santos VP, Toledo Filho SG, Cabezas-Garcia EH, Tedeschi LO, Nussio LG (2020a) Effects of source and concentration of neutral detergent fiber from roughage in beef cattle diets: comparison of methods to measure the effectiveness of fiber. *J Anim Sci*, 98:108. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa108>
- Goulart RS, Vieira RAM, Daniel JLP, Amaral RC, Santos VP, Toledo Filho SG, Cabezas-Garcia EH, Tedeschi LO, Nussio LG (2020b) Effects of source and concentration of neutral detergent fiber from roughage in beef cattle diets on feed intake, ingestive behavior, and ruminal kinetics. *J Anim Sci*, 98:107. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa107>
- Jonker A, Kertz AF, Fox DG (2014) Technical note: Effects of feeding frequency and feeding level on dry matter intake and rumen fermentation of Holstein heifers. *J Dairy Sci*, 97:1038–1044. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7350>
- Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss ML. 2008. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 6th ed. Academic Press, San Diego, CA, USA. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-370491-7.X0001-3>
- McMeniman JP, McCarthy SG, McLeod DN, Platts SV (2025) Automated feedlot bunk management 1: development and evaluation of a Lidar and pose technology-based prototype for feed quantity estimation in beef cattle feedlots. *SSRN Electron J* <https://doi.org/10.2139/ssrn.5096169>
- Mertens DR (1997) Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J Dairy Sci*, 80:1463–1481. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76075-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76075-2)
- Millen DD, Pacheco RDL, Arrigoni MDB, Galyean ML, Vasconcelos JT (2009) A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. *J Anim Sci*, 87:3427–3439. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-1880>
- Nagaraja TG, Lechtenberg KF (2007) Acidosis in feedlot cattle. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*, 23(2):333–350. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.05.003>
- Niwa MV, Ítavo LCV, Ítavo CCBF, Dias AM, Difante GS, Longhini VZ, Gomes RC, Vedovatto M, Gurgel ALC, Moraes GJ, Monteiro GOA (2023) Effect of physically effective neutral detergent fiber on nutrient intake and digestibility, ruminal and blood parameters, and ingestive behavior of confined beef cattle. *Trop Anim Health Prod*, 55:224. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11250-023-03633-0>
- Owens FN, Secrist DS, Hill WJ, Gill DR (1998) Acidosis in cattle: a review. *J Anim Sci*, 76(1):275–286. <https://doi.org/10.2527/1998.761275x>
- Paulino PVR, Oliveira TS, Gionbeli MP, Gallo SB (2013) Dietas sem forragem para terminação de animais ruminantes. *Rev Cient Prod Anim*, 15:161–172.

- Pinto ACJ, Millen DD (2018) Nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists: the 2016 Brazilian survey. *Can J Anim Sci*, 99:392–407. <https://doi.org/10.1139/cjas-2018-0031>
- Romano E, Brambilla M, Cutini M, Giovinazzo S, Lazzari A, Calcante A, Tangorra FM, Rossi P, Motta A, Bisaglia C (2023) Increased cattle feeding precision from automatic feeding systems: considerations on technology spread and farm level perceived advantages in Italy. *Animals*, 13:3382. <https://doi.org/10.3390/ani13213382>
- Saldanha RB, Dos Santos ACP, Alba HDR, Rodrigues CS, Pina DS, Cirne LGA, Santos SA, Pires AJV, Silva RR, Tosto MSL (2021) Effect of feeding frequency on intake, digestibility, ingestive behavior, performance, carcass characteristics, and meat quality of male feedlot lambs. *Agriculture*, 11(8):776. <https://doi.org/10.3390/agriculture11080776>
- Samuelson KL, Hubbert ME, Galyean ML, Löest CA (2016) Nutritional recommendations of feedlot consulting nutritionists: The 2015 New Mexico State and Texas Tech University survey. *J Anim Sci* 94:2648–2663. <https://doi.org/10.2527/jas.2016-0282>
- Silva J, Carrara TVB, Pereira MCS, Oliveira CA, Batista Júnior IC, Watanabe DHM, Rigueiro ALN, Arrigoni MDB, Millen DD (2018) Feedlot performance, feeding behavior and rumen morphometrics of Nellore cattle submitted to different feeding frequencies. *Sci Agric*, 75:121–128. <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2016-0335>
- Silvestre AM, Millen DD (2021) The 2019 Brazilian survey on nutritional practices provided by feedlot cattle consulting nutritionists. *Rev Bras Zootec*, 50:e20200189. <https://doi.org/10.37496/rbz5020200189>
- Valadares Filho SC, Costa e Silva LF, Lopes SA, Prados LF, Chizzotti ML, Machado PAS, Bissaro LZ, Furtado T (2016) BR-Corte 3.0: cálculo de exigências nutricionais, formulação de dietas e predição de desempenho de zebuínos puros e cruzados. UFV, Viçosa, MG. <https://doi.org/10.5935/978-85-8179-111-1.2016B001>

Tabelas

Tabela 1 – Dietas para terminação de tourinhos Nelore em confinamento em função da fonte de fibra

	Tratamento	
	Dieta com volumoso	Dieta sem volumoso
Silagem de milho	33,2	-
Torta de algodão		36,0
Concentrado [#]	64,2	64,0
Amireia	2,6	-
	Composição (%)	
MS	53,7	92,4
PB	18,6	18,8
FDN	37,5	37,5
EE	2,6	4,8
NDTe ¹	69,6	69,6
Custo (US\$/MN da dieta)	2,51	3,08

Fonte de fibra: Silagem de milho (282 g/kg MS; 965 g/kg MO; 67.6 g/kg PB; 330 g/kg FDN) e torta de algodão (889 g/kg MS; 955 g/kg MO; 255 g/kg PB; 454 g/kg FDN).

MS: Matéria seca (%); PB: Proteína bruta (% da matéria seca); EE: Extrato etéreo (% da matéria seca) FDN: Fibra em detergente neutro (% da matéria seca).

¹NDT Estimado (CAPPELLE, et al., 2001)

Concentrado: Farelo de soja, Milho integral moído, Sorgo integral moído, ureia pecuária, Fosfato bicálcico, cloreto de sódio (sal comum), Carbonato de cálcio, Enxofre ventilado (flor de enxofre), Óxido de magnésio, Óxido de zinco, Sulfato de cobre, Sulfato de manganês, Sulfato de cobalto, Selênio de cobre, Monensina sódica. Nível de garantia: 180 g/kg PB; 56 g/kg NNP; 720 g/kg NDT; 120 g/kg FDN; 238 g/kg FDA; 95 g/kg MM; 120 g/kg umidade; 25g/kg de EE; 12 g/kg Ca; 3500 mg/kg P; 3000 mg/kg S; 3500 g/kg Na; 2000 mg/kg Mg; 100 mg/kg Zn; 30 mg/kg Cu; 1 mg/kg Co; 1 mg/kg I; 40 mg/kg Mn; 0.7 mg/kg Se; 37 mg/kg monensina sódica.

Tabela 2 – Materia natural, matéria seca e fibra em detergente neutro retidos nos compartimentos do conjunto de peneiras *Penn State Particle Separator* das fontes de fibra silagem de milho e torta de algodão.

	Silagem de Milho				Torta de Algodão			
	19 mm	8 mm	4 mm	<4 mm	19 mm	8 mm	4 mm	<4 mm
MN (g/kg)	32	580	143	48	40	548	124	64
MN (%)	4,0	72,2	17,8	6,0	5,1	70,6	16,0	8,3
MS (g/kg)	8	159	42	14	36	493	111	57
Teor MS do material retido (g/kg)	272,6	300,4	323,4	316,4	963,3	951,1	957,0	958,9
FDN (g/kg)	11	191	47	16	18	247	56	29
Teor FDN do material retido (g/kg)	491,6	397,0	332,3	281,1	524,5	576,2	545,9	483,5

MN: matéria natural, MS: matéria seca; FDN: fibra em detergente neutro

Material inicial: 803 g de MN de Silagem (FDNfe = 762.3 g/kg de FDN) e 776 g MN de Torta de algodão (FDNfe = 757.1 g/kg de FDN)

FF: Fonte de fibra, FA: fonte de fornecimento e FF × FA: Fonte de fibra × Fonte de Fornecimento.

Tabela 3 – Dieta total oferecida, consumida e desperdício de ração de tourinhos Nelore terminados em confinamento em função da fonte de fibra da dieta e da frequência de fornecimento

	Tratamento				EPM	P-valor		
	Dieta com volumoso		Dieta sem volumoso			FF	FA	FF×FA
	2x ao dia	6x ao dia	2x ao dia	6x ao dia				
CMS (kg/dia)	11,7	8,8	10,3	8,2	0,82	0,2207	0,0059	0,5908
CMS (%PV)	2,2	1,7	2,0	1,6	0,11	0,1178	0,0014	0,5379
CMO (kg/dia)	11,0	8,2	9,6	7,7	0,77	0,2019	0,0058	0,5827
CPB (kg/dia)	2,2	1,6	1,9	1,6	0,15	0,2759	0,0061	0,5973
CEE (kg/dia)	0,3	0,2	0,5	0,4	0,03	0,0001	0,0204	0,7710
CFDN (kg/dia)	4,4	3,3	3,9	3,1	0,31	0,2223	0,0059	0,5955
CFDN (%PV)	0,8	0,6	0,7	0,6	0,04	0,1138	0,0014	0,5016
CFDNfe	3,3	2,5	2,9	2,3	0,23	0,1917	0,0057	0,5891
CNDTe (kg/dia)	8,1	6,1	7,1	5,7	0,57	0,2207	0,0058	0,5880

FF: Fonte de fibra, FA: Frequência de fornecimento alimentar e FF × FA: Interação Fonte de fibra × Frequência de fornecimento alimentar.

MN: Matéria natural; Oferecido (kg MN/dia): Oferecido na matéria natural; Desperdício (kg MN/dia): Desperdício na matéria natural; Consumido (kg MN/dia): Consumido na natural (kg por animal por dia); CMS (kg/dia): Consumo de matéria seca (kg por animal por dia); CMS (%PV): Consumo de matéria seca em porcentagem do peso vivo (%); CMO (kg/dia): Consumo de matéria orgânica (kg por animal por dia); CPB (kg/dia): Consumo de proteína bruta (kg por animal por dia); CEE: Consumo Do extrato etéreo (kg por animal por dia)CFDN (kg/dia): Consumo de fibra em detergente neutro (kg por animal por dia); CFDN (%PV): Consumo de fibra em detergente neutro em relação ao peso vivo (%); CFDNfe: Consumo de FDN fisicamente efetiva, com peneiras de 19mm e 8 mm, respectivamente; CNDTe (kg/dia): Consumo de nutrientes digestíveis totais estimado (kg por animal por dia); EPM: Erro padrão da média; P-valor: Nível de significância estatística para os efeitos de fonte de fibra, frequência alimentar e sua interação.

Tabela 4– Desempenho produtivo de tourinhos Nelore terminados em confinamento em função da fonte de fibra da dieta e da frequência de fornecimento.

	Tratamento				EPM	P-valor		
	Dieta com volumoso		Dieta sem volumoso			FF	FA	FF×FA
	2x ao dia	6x ao dia	2x ao dia	6x ao dia				
PV inicial (kg)	464,6	461,8	461,7	458,6	16,8	0,8524	0,8564	0,9947
PV final (kg)	591,4	561,2	575,7	542,2	28,1	0,5278	0,2527	0,9528
GPT (kg)	126,8	99,4	114,0	83,6	15,0	0,3317	0,0592	0,9174
GMD (kg/dia)	1,7	1,3	1,5	1,1	0,20	0,3288	0,0585	0,9201
PCQ (kg)	322	294	299	305	17,0	0,7050	0,5063	0,3063
RC (%)	54,2	53,0	52,0	56,2	0,02	0,8075	0,4679	0,1985
EA (GMD/CMS)	0,14	0,15	0,14	0,13	0,01	0,4771	0,6603	0,5112
Eficiência do ganho (CMS/GC)	0,17	0,18	0,18	0,19	0,02	0,5845	0,5845	0,8708

FF: Fonte de fibra, FA: Frequência de fornecimento alimentar e FF × FA: Interação Fonte de fibra × Frequência de fornecimento alimentar.

PV inicial: Peso vivo inicial (kg); PV final: Peso vivo final (kg); GPT: Ganho de peso total (kg); GMD: Ganho médio diário (kg/dia); PCQ: Peso da carcaça quente (kg); RC: Rendimento de carcaça; EA: Eficiência alimentar (%); CA: Conversão alimentar; GC: ganho de carcaça; EPM: Erro padrão da média; P-valor: Nível de significância estatística para os efeitos de fonte de fibra, frequência de fornecimento e interação.

Tabela 5– Comportamento ingestivo de tourinhos Nelore terminados em confinamento em função da fonte de fibra da dieta e da frequência de fornecimento.

	Tratamento				EPM	P-valor		
	Dieta com volumoso		Dieta sem volumoso			FF	FA	FF×FA
	2x ao dia	6x ao dia	2x ao dia	6x ao dia				
Avaliação durante 24 h								
Tempo gasto com ruminação (min)	295	255	190	150	28,0	0,0013	0,1736	0,9649
Tempo gasto com ruminação (%)	20	18	13	10	1,9	0,0013	0,1738	0,9643
Tempo gasto com alimentação (min)	230a	201ab	160c	216a	22,4	0,2343	0,5467	0,0701
Tempo gasto com alimentação (%)	16 ^a	14ab	11c	15a	1,6	0,2343	0,5467	0,0701
Eficiência de consumo (kg/h)	2,7b	2,8ab	4,2s	2,3b	0,5	0,3403	0,0852	0,0493
Eficiência de ruminação (kg/h)	0,7	0,8	1,4	1,3	0,2	0,0127	0,8281	0,6762
Avaliação durante fornecimento (8:30h as 15:30h)								
Tempo gasto com ruminação (min)	67	55	41	38	8,5	0,0179	0,4002	0,6117
Tempo gasto com ruminação (%)	16	13	10	9	2,0	0,0180	0,4003	0,6115
Tempo gasto com alimentação (min)	106 ^a	93ab	68c	104a	12,1	0,2690	0,3634	0,0556
Tempo gasto com alimentação (%)	25 ^a	22ab	16c	25a	2,9	0,2690	0,3633	0,0556
Eficiência de consumo (kg/h)	5,6b	6,0b	10,0a	5,2b	1,1	0,1133	0,0618	0,0314
Eficiência de ruminação (kg/h)	3,4	4,0	7,2	5,8	1,1	0,0249	0,7652	0,3940

FF: Fonte de fibra, FA: Frequência de fornecimento alimentar e FF × FA: Interação Fonte de fibra × Frequência de fornecimento alimentar.

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($P < 0,05$) ou tendência ($P < 0,10$) na interação.

Tabela 6 – Parâmetros sanguíneos de tourinhos Nelore terminados em confinamento em função da fonte de fibra da dieta e da frequência de fornecimento.

	Tratamento				EPM	P-valor		
	Dieta com volumoso		Dieta sem volumoso			FF	FA	FF×FA
	2x ao dia	6x ao dia	2x ao dia	6x ao dia				
Início experimental								
Glicose (mg/Dl)	46,5	53,0	63,7	48,6	9,7	0,4984	0,6484	0,2628
Aspartato aminotransferase (uL)	54,2	49,4	51,4	68,5	12,1	0,6339	0,7560	0,4776
Gama glutamil transferase (uL)	11,4	10,1	8,0	10,0	3,1	0,5577	0,9204	0,5888
Concentração plasmática de ureia (mg/Dl)	16,6	15,1	16,1	17,6	1,9	0,5769	0,9912	0,4180
Creatinina (mg/Dl)	1,7	1,5	1,7	1,7	1,7	0,6687	0,5765	0,7171
Proteína total (g/Dl)	4,6	3,8	4,5	4,1	1,0	0,9604	0,5004	0,8204
Final experimental								
Glicose (mg/Dl)	86,3	87,5	73,9	89,3	11,9	0,6170	0,4306	0,5020
Aspartato aminotransferase (uL)	87,4	89,3	69,6	88,3	11,0	0,4039	0,3613	0,4559
Gama glutamil transferase (uL)	12,3	15,5	9,0	17,5	2,9	0,8283	0,0448	0,3422
Concentração plasmática de ureia (mg/Dl)	42,1	44,1	55,8	54,3	5,7	0,0357	0,9567	0,7435
Creatinina (mg/Dl)	2,05	2,05	2,28	2,0	0,18	0,5318	0,5318	0,5318
Proteína total (g/Dl)	6,43	6,47	6,43	6,18	0,53	0,7935	0,8413	0,7935

FF: Fonte de fibra, FA: Frequência de fornecimento alimentar e FF × FA: Interação Fonte de fibra × Frequência de fornecimento alimentar.

Tabela 7 – Desempenho econômico de tourinhos Nelore terminados em confinamento em função da fonte de fibra da dieta e da frequência de fornecimento

	Tratamento				EPM	P-valor		
	Dieta com volumoso		Dieta sem volumoso			FF	FA	FF×FA
	2x ao dia	6x ao dia	2x ao dia	6x ao dia				
Receita (U\$/animal)	1054,0	1011,9	1028,2	1014,5	59,8	0,8479	0,6452	0,8147
Custo alimentar (U\$/animal)	202,5	175,3	114,3	110,3	17,9	0,0026	0,1029	0,8523
Margem (U\$/animal)	653,6	665,4	742,9	796,5	42,3	0,0170	0,4491	0,6269

Valor da arroba praça Campo Grande-MS (R\$320,00 ~U\$ 51.61)

FF: Fonte de fibra, FA: Frequência de fornecimento alimentar e FF × FA: Interação Fonte de fibra × Frequência de fornecimento alimentar.

Figuras

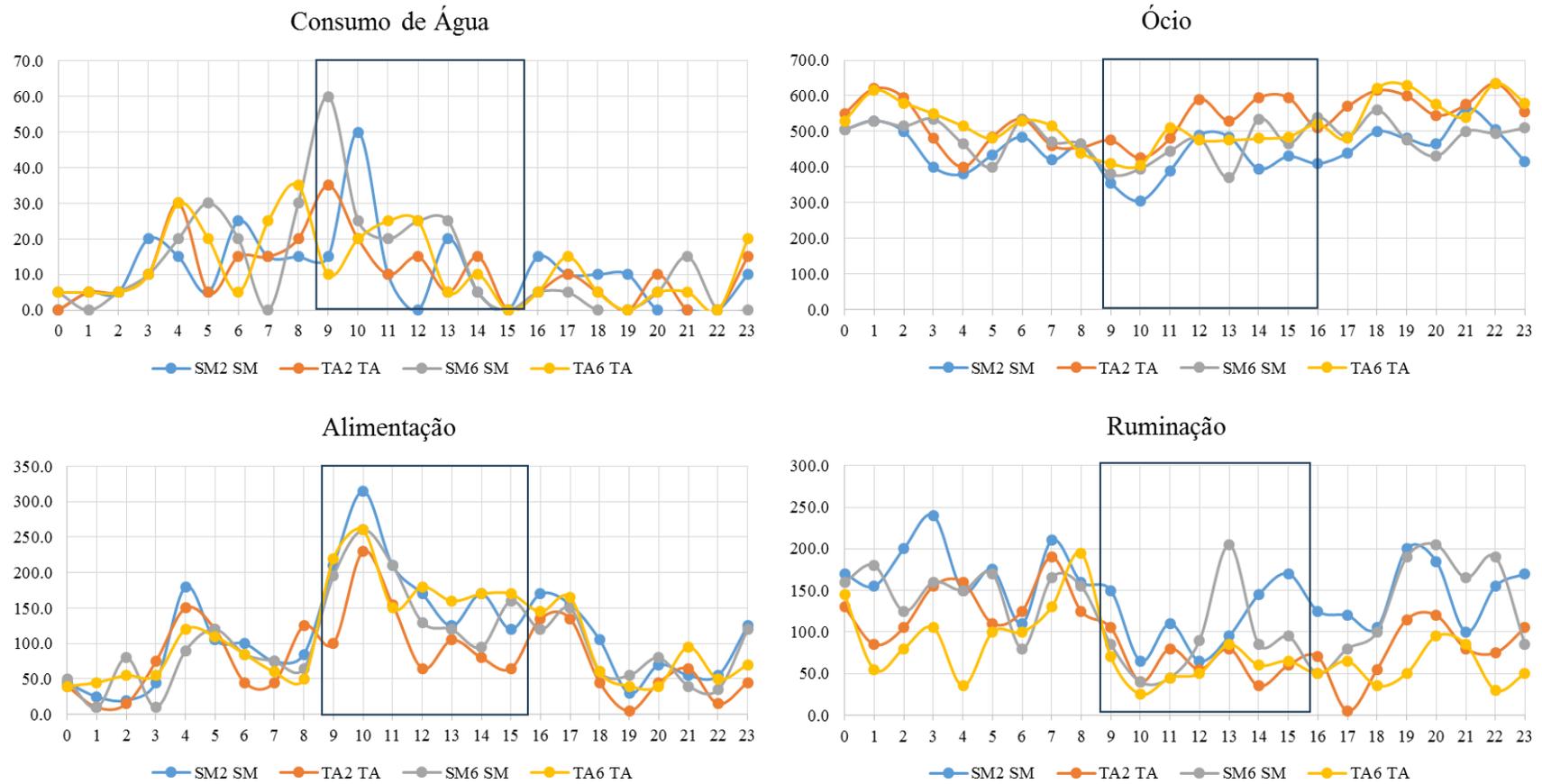


Figura 1 – Comportamento ingestivo de tourinhos Nelore terminados em confinamento em função da fonte de fibra da dieta e da frequência de fornecimento.

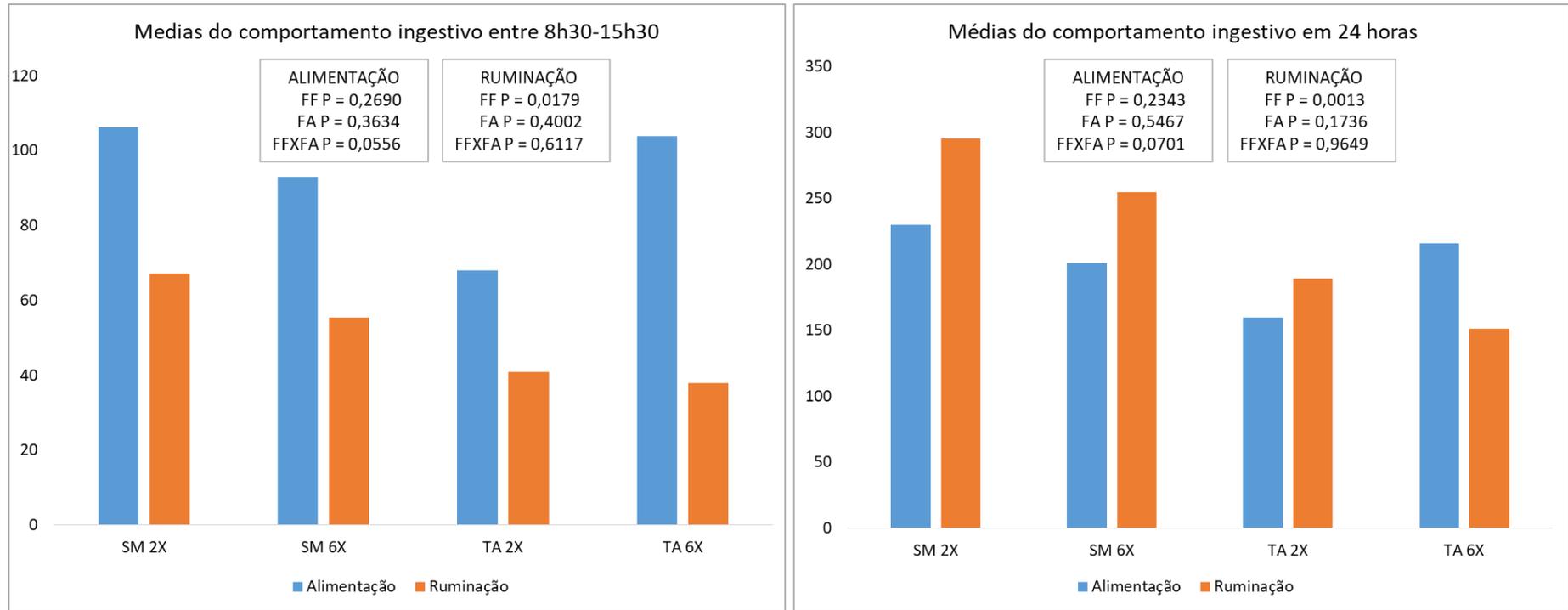


Figura 2 – Tempo (min) gasto com alimentação e ruminação de tourinhos Nelore terminados em confinamento em função da fonte de fibra da dieta e da frequência de fornecimento.

Considerações Finais

Do ponto de vista econômico, a utilização da torta de algodão como fonte de fibra efetiva proporcionou redução significativa no custo alimentar e aumento na margem econômica por animal sem alterações no desempenho produtivo, evidenciando-se como uma alternativa viável e estratégica frente aos volumosos tradicionais. Esses resultados reforçam o potencial do uso de coprodutos agroindustriais como solução sustentável para a intensificação da produção animal em sistemas de confinamento.

A frequência de fornecimento da dieta, por sua vez, não exerceu influência significativa sobre as variáveis econômicas, e uma tendência em maiores médias de desempenho (GPT e GMD) para dietas fornecidas 2 vezes ao dia. Destaca-se que o fornecimento diurno fracionado em seis vezes, neste experimento, distribuído das 8h30 às 15h30, pode ter sido um fator limitante para o estímulo do consumo em função do fracionamento do oferecimento da dieta nos horários mais quentes do dia.

Esses resultados podem contribuir para a racionalização do uso de mão de obra e a redução dos custos operacionais, sobretudo em propriedades que ainda não contam com sistemas automatizados. No entanto, em dietas com maior teor de concentrado, menor FDNfe, e distribuídas em horários diferentes dos comerciais, a frequência alimentar pode ter maior impacto sobre o desempenho.