

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**ADAPTAÇÃO DE BOVINOS CONFINADOS A DIETAS COM MILHO GRÃO
INTEIRO: IMPACTO NO COMPORTAMENTO INGESTIVO E SELETIVIDADE DE
PARTÍCULAS**

STEFÂNIA BOTTA VERZOLLA

Jaboticabal – SP
2025

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**ADAPTAÇÃO DE BOVINOS CONFINADOS A DIETAS COM MILHO GRÃO
INTEIRO: IMPACTO NO COMPORTAMENTO INGESTIVO E SELETIVIDADE DE
PARTÍCULAS**

Nome: Stefânia Botta Verzolla

Orientador: Prof. Dr. Danilo Domingues Millen

Coorientadora: Kalista Eloisa Loregian

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”,
Campus de Jaboticabal, como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Bacharel em Zootecnia.

Jaboticabal – SP

2025

V574a

Verzolla, Stefânia Botta.

Adaptação de bovinos confinados a dietas com milho grão inteiro: impacto no comportamento ingestivo e seletividade de partículas. / Stefânia Botta.

Verzolla. -- Jaboticabal, 2025

37 p.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Danilo Domingues Millen

Coorientadora: Kalista Eloisa Loregian

1. Nutrição de ruminantes. 2. Bovinocultura de corte. 3. Comportamentos ingestivo de bovinos. 4. Milho grão inteiro. I. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus Jaboticabal



STEFÂNIA BOTTA VERZOLLA

ADAPTAÇÃO DE BOVINOS CONFINADOS A DIETAS COM MILHO GRÃO INTEIRO: IMPACTO NO COMPORTAMENTO INGESTIVO E SELETIVIDADE DE PARTÍCULAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, para obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Danilo Domingues Millen
Coorientador: Kalista Eloisa Loregian

Área de Concentração: Nutrição de Ruminantes.

Data da defesa: 12/12/2025

(X) Aprovado
() Reprovado

Banca Examinadora:

 Documento assinado digitalmente
KALISTA ELOISA LOREGIAN
Data: 18/12/2025 04:04:52 -0300
Verifique em <https://validar.jf.gov.br>

Me. Kalista Eloisa Loregian
UNESP – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal

 Documento assinado digitalmente
JULIA DE PAULA SOARES VALENTE
Data: 15/12/2025 11:05:09 -0300
Verifique em <https://validar.jf.gov.br>

Me. Julia de Paula Soares Valente
UNESP – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal

 Documento assinado digitalmente
DANIEL HENRI MARINHO NATANASE
Data: 16/12/2025 09:20:42 -0300
Verifique em <https://validar.jf.gov.br>

Dr. Daniel Henri Marinho Natanase
UNESP – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: / /

 Documento assinado digitalmente
EDNEY PEREIRA DA SILVA
Data: 18/12/2025 13:09:28 -0300
Verifique em <https://validar.jf.gov.br>

Prof. Dr. José Mauricio Barbanti Duarte
Chefe do Departamento

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu avô, Leonildo Botta, que foi meu maior exemplo e que me inspirou para seguir nesta profissão. A minha família, que é meu porto seguro, que sempre me apoiaram durante toda minha vida e principalmente durante a minha graduação. As minhas afilhadas, Cecília e Catarina, que mesmo sem entender, sempre conseguiam me acalmar e fazer este processo se tornar mais leve. Ao meu namorado Guilherme, que está sempre do meu lado, me incentivando e me apoiando, e a Deus por me permitir viver mais esta conquista e estar sempre comigo. Eu amo muito todos vocês!

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, pela saúde e pela força concedida em todos os momentos desta caminhada.

À minha família, pelo amor incondicional, apoio constante e incentivo em cada etapa da minha formação. Sem vocês, nada disso seria possível.

À minha coorientadora, Profa. Kalista Eloisa Loregian, pelo acompanhamento próximo, pelas contribuições valiosas e pelo apoio durante o desenvolvimento deste trabalho.

À minha amiga e companheira de curso, Marina Beatriz, que tornou esta jornada mais leve e enriquecedora, compartilhando experiências, desafios e conquistas.

Ao Setor de Bovinocultura de Corte da UNESP – Jaboticabal, pelo auxílio durante a condução do experimento e pela disponibilidade em colaborar sempre que necessário.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” e à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, pela oportunidade de aprendizado e crescimento acadêmico.

E, finalmente, a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, deixo aqui minha sincera gratidão.

Resumo

A pecuária de corte brasileira tem se destacado mundialmente pela produção e exportação de carne bovina. A intensificação por meio do confinamento exige protocolos de adaptação nutricional para prevenir distúrbios metabólicos, como a acidose ruminal. Este trabalho avaliou os efeitos de diferentes protocolos de adaptação com milho grão inteiro sobre o comportamento ingestivo e a seletividade alimentar de bovinos Nelore x Angus. Foram utilizados seis animais, distribuídos em delineamento em quadrado latino 3x3 duplicado, submetidos a três protocolos de adaptação: controle, escada e restrição. Os parâmetros avaliados incluíram tempo de alimentação, ruminação, ócio e seletividade de partículas. Os resultados mostraram que o protocolo controle, que incluiu silagem de milho durante a adaptação, proporcionou maior tempo de alimentação (252,5 min/dia), maior tempo de ruminação (275 min/dia) e maior ingestão de matéria seca, indicando maior estabilidade ruminal. Já os protocolos escada e restrição reduziram significativamente a mastigação, elevaram o tempo de ócio e apresentaram ingestão diária quase 50% menor. A seletividade diferiu apenas na peneira de 1,18 mm, com maior preferência de partículas pequenas no tratamento escada. Conclui-se que a utilização de milho grão inteiro é viável, porém a presença de fibra efetiva durante a adaptação favorece melhor equilíbrio comportamental e menor risco de distúrbios digestivos em sistemas intensivos.

Palavras-chave: Estabilidade Fermentativa; Fibra Efetiva; Ingestão de Matéria Seca; Manejo Alimentar; Saúde Ruminal.

Abstract

Brazilian beef cattle production has gained global prominence due to its scale and export capacity. Feedlot intensification requires nutritional adaptation protocols to prevent metabolic disorders such as ruminal acidosis. This study evaluated the effects of different adaptation protocols using whole corn grain on the feeding behavior and particle selectivity of Nelore × Angus cattle. Six animals were used in a duplicated 3×3 Latin square design and assigned to three adaptation protocols: control, step-up and restriction. The evaluated parameters included feeding time, rumination, idleness and particle selectivity. The results showed that the control protocol, which included corn silage during adaptation, promoted longer feeding time (252.5 min/day), longer rumination time (275 min/day) and greater dry matter intake, indicating improved ruminal stability. In contrast, the step-up and restriction protocols significantly reduced chewing activity, increased idleness and resulted in nearly 50% lower daily intake. Particle selectivity differed only in the 1.18-mm sieve, with greater preference for smaller particles in the step-up treatment. It is concluded that whole corn grain is a viable ingredient; however, the inclusion of effective fiber during the adaptation phase contributes to better behavioral stability and reduces the risk of digestive disorders in intensive production systems.

Keywords: Fermentation Stability; Effective Fiber; Dry Matter Intake; Feeding Management; Rumen Health.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição das dietas experimentais, conforme o protocolo de adaptação adotado, com base na matéria seca	12
Tabela 2 – Composição química dos ingredientes das dietas experimentais	13
Tabela 3. Comportamento alimentar e seletividade de partícula de bovinos Nelore × Angus canulados submetidos a diferentes protocolos de adaptação em confinamento	16

LISTA DE ABREVIATURAS

USDA – *United States Department of Agriculture*

CEUA - Comissão de Ética no Uso de Animais

UNESP – Universidade Estadual Paulista

ANUALPEC - Anuário Brasileiro da Pecuária

AGCC - Ácidos Graxos de Cadeia Curta

AOAC – *Association of Official Analytical Chemists*

PSPS - *Penn State Particle Separator*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1 Bovinocultura e Confinamentos Brasileiros.....	13
2.2 Adaptação de Bovinos Confinados.....	14
2.3. Métodos de Adaptação para Bovinos.....	16
2.4 Processamento dos Grãos.....	18
2.5 Comportamento Ingestivo.....	19
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1. Animais e Local do Experimento.....	22
3.2 Delineamento Experimental e Tratamentos.....	22
3.3 Período Experimental, Dietas e Protocolo de Alimentação.....	22
3.4 Manejo com os Animais e Arraçoamento.....	23
3.5 Seletividade da Ração por meio da <i>Penn State Particle Separator</i> (PSPS).....	24
3.6 Análises Estatísticas.....	25
4. RESULTADOS	26
5. DISCUSSÃO	32
6. CONCLUSÃO.....	36
7. REFERÊNCIAS	37

1. INTRODUÇÃO

A pecuária de corte no Brasil ocupa uma posição de destaque no cenário mundial, tanto pela sua dimensão de rebanho quanto pela expressiva participação na produção e exportação de carne bovina. Nas últimas décadas, a atividade passou por diversas mudanças significativas impulsionadas pela necessidade de atender à crescente demanda por alimentos de origem animal e de tornar o setor mais competitivo.

De acordo com informações do USDA (*United States Department of Agriculture*), em 2024, a população global de bovinos estava concentrada, em sete principais áreas. A Índia ocupa a primeira posição com o maior rebanho em número de cabeças, sendo seguida por Brasil, China, Estados Unidos, União Europeia, Argentina e Austrália (USDA, 2024) - Coletivamente, essas regiões constituem mais de 90,7% do rebanho mundial. Apenas Índia e Brasil representam 53,58% desse montante, com participações de 33,33% e 20,25%, respectivamente (Biscola; Malafaia, 2025).

Nesse contexto, a intensificação da produção tem se consolidado como uma estratégia central, com destaque para a terminação em confinamento. Esse sistema possibilita maior eficiência produtiva, redução do tempo de abate e melhor padronização de carcaças ao mesmo tempo em que contribui para o aumento da oferta de carne em períodos estratégicos (ANUALPEC, 2015; Monsalve; Millen, 2025).

O confinamento caracteriza-se pelo uso de dietas com elevadas proporções de alimentos concentrados, em substituição parcial ou total de alimentos volumosos. A mudança rápida de dietas fibrosas para dietas ricas em grãos, aumenta o risco de distúrbios metabólicos, principalmente acidose ruminal, que compromete não apenas o consumo, ruminação, mas também a eficiência alimentar dos animais (Pinto et al., 2020). Embora essa estratégia de aumento da densidade energética da dieta e promova melhores índices de desempenho animal, junto a ela, protocolos de adaptação são fundamentais para garantir a saúde ruminal e o bem-estar dos bovinos.

Caso haja negligências nesta fase podem acarretar em vários problemas como animais propícios a graves transtornos fisiológicos e o confinador, por consequência com prejuízos econômicos. Além da dieta, é essencial considerar o efeito social entre os animais e o estresse provocado em etapas como transporte, formação de lotes, dominância, convívio mais próximo e frequente com seres humanos, barulhos, entre outros mais (Marchioti, 2022).

Com isso, a manutenção da funcionalidade ruminal é essencial, uma vez que o rúmen desempenha um papel central no aproveitamento dos nutrientes e na homeostase metabólica dos ruminantes. Alterações neste ambiente provocadas por mudanças bruscas na composição da dieta, afetam não apenas o metabolismo dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), mas também a microbiota, a integridade das papilas ruminais e o comportamento ingestivo dos animais. Desta maneira, programas de adaptação nutricional são indispensáveis para permitir que a microbiota e o epitélio ruminal se ajustem progressivamente a dietas com maior inclusão de carboidratos rapidamente fermentáveis, como o amido do milho (Brown; Millen, 2009; Watanabe et al., 2021).

Entre os cereais utilizados como fonte de energia em confinamentos, o milho se destaca como o principal ingrediente, sendo ofertado em diferentes formas de processamento. O uso do grão inteiro tem despertado crescente interesse pela praticidade no manejo e pela redução de custos com moagem, além de favorecer a mastigação e a salivação, o que contribui para o tamponamento ruminal. Porém, há preocupações quanto à digestibilidade do amido e aos possíveis efeitos sobre a seletividade da dieta e o comportamento ingestivo dos bovinos, aspectos que podem comprometer a eficiência produtiva (Bezerra et al., 2016; Trautmann et al., 2021).

A avaliação do comportamento ingestivo permite entender como os animais respondem às dietas. Portanto, variáveis como tempo de alimentação, ruminação, ócio, número de refeições, seletividade de partículas e padrão de ingestão estão diretamente ligadas à saúde ruminal e ao desempenho produtivo, o que possibilita ajustes mais precisos nas estratégias nutricionais e de manejo. Ademais, tais variáveis estão diretamente ligadas à manutenção da saúde ruminal e ao desempenho zootécnico, o que torna esses indicadores tão importantes para o bem-estar animal e eficiência em sistemas intensivos (Fischer, 1996; Schwartzkopf-genswein et al., 2003).

Diante disso, a hipótese do estudo é que o protocolo escada-controle que inclui silagem de milho como fonte de fibra efetiva durante a fase de adaptação de bovinos confinados alimentados com milho grão inteiro é capaz de diminuir o impacto da transição para dietas de alto concentrado, preservando o comportamento ingestivo.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes protocolos de adaptação, inclusive a silagem de milho grão inteiro, sobre o comportamento ingestivo e a seletividade alimentar de bovinos Nelore x Angus terminados em confinamentos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Bovinocultura e Confinamentos Brasileiros

No ano de 2025, o abate de gado no Brasil totalizou 42,6 milhões de cabeças, representando um aumento de 7,6% em relação a 2024. O terceiro trimestre registrou o maior número de animais enviados ao frigorífico, totalizando 11,3 milhões. O crescimento na produção fez do Brasil o maior produtor mundial, uma vez que os demais países participantes desse mercado tiveram redução na produção. Os Estados Unidos, com o menor rebanho das últimas sete décadas, perderam a posição de líderes para o Brasil, que, além de maior exportador, assumiu também a liderança mundial na produção, em 2025 (IBGE, 2026).

Para isso, o país apresenta cerca de 6,08 milhões de bovinos terminados em sistema de confinamento, sendo os machos inteiros a categoria predominante (Monsalve; Millen, 2025). Para atender às exigências nutricionais desses animais e maximizar o desempenho produtivo, as dietas utilizadas no confinamento têm sido formuladas com elevada inclusão de alimentos concentrados. Nesse sentido, o milho é a principal fonte energética, tanto na forma de grão seco quanto em sua forma processada, destacando-se a silagem de grão úmido como um dos subprodutos de maior aplicação (Monsalve; Millen, 2025).

Entre as fontes de volumoso, a silagem de milho permanece como a mais empregada nos confinamentos comerciais, seguida pela silagem de capim (Monsalve; Millen, 2025). O componente fibroso possui grande importância na manutenção da saúde ruminal e no estímulo à mastigação e salivação, os quais estão diretamente associados ao tamponamento do rúmen e a prevenção de distúrbios digestivos, como a acidose (Marcondes et al., 2009).

As modificações ruminais oriundas da dieta podem comprometer a saúde ruminal. Nesse contexto, aditivos alimentares são utilizados como estratégia para melhorar o desempenho dos bovinos e prevenir distúrbios metabólicos (Nicodemo et al., 2001). Dentre os aditivos alimentares, a monensina sódica é o aditivo mais utilizado devido a sua reconhecida eficácia em melhorar a eficiência alimentar, modulando a fermentação ruminal e reduzindo a incidência de distúrbios metabólicos, pois ela aumenta a produção de ácido propiônico e atua reduzindo o consumo de matéria seca (Duffield et al., 2012; Silva et al., 2018; Silvestre; Millen, 2019; Monsalve; Millen, 2025).

Dessa forma, a intensificação da bovinocultura de corte por meio do confinamento representa uma estratégia segura para elevar a eficiência produtiva e atender a crescente demanda por carne bovina de qualidade. Porém, o sucesso deste sistema depende do equilíbrio nutricional, entre o fornecimento de energia e a manutenção da saúde ruminal dos animais. O manejo alimentar adequado, juntamente com períodos de adaptação às dietas de alta concentração, contribui para o desenvolvimento do epitélio ruminal e melhora o desempenho zootécnico (Watanabe et al., 2021). Com isso, a adoção de estratégias nutricionais torna-se essencial para garantir a sustentabilidade e competitividade dos confinamentos brasileiros (Monsalve; Millen, 2025).

2.2 Adaptação de Bovinos Confinados

Os ruminantes evoluíram consumindo dietas predominantemente fibrosas, característica diretamente relacionada a composição das gramíneas presentes em seu habitat natural. Em resposta adaptativa, esses animais desenvolveram um compartimento especializado no trato digestivo, o rúmen, capaz de promover a fermentação celulolítica, permitindo a extração de energia a partir de carboidratos estruturais presentes nas forragens (Van Soest, 1991).

A inclusão de dietas com alta proporção de grãos, sem um adequado período de adaptação, pode predispor os animais ao desenvolvimento de distúrbios metabólicos, como a acidose ruminal. A ocorrência de acidose ruminal nos primeiros dias de mudança alimentar pode prejudicar o desempenho dos animais durante toda a fase de terminação (Brown; Millen, 2009).

Os bovinos enfrentam diversas alterações fisiológicas durante o período de adaptação ao confinamento. Esse processo envolve a reposição dos níveis de hidratação corporal, o desenvolvimento ou reforço da imunidade contra agentes patogênicos frequentes, definição de hierarquia social dentro do curral e a adaptação da microbiota ruminal para a digestão dos novos ingredientes presentes na dieta (Brown; Millen, 2009). Devido ao predomínio de sistemas extensivos na pecuária de corte no Brasil, muitos animais que são destinados ao confinamento chegam adaptados a dietas compostas principalmente por forragem de baixo valor nutritivo, com isso é essencial estratégias para promover adaptação do rúmen, tanto dos microrganismos, quanto do epitélio, à ingestão de grandes quantidades de carboidratos não fibrosos e de rápida

fermentação, que estão presentes em dietas ricas em amido (Watanabe et al., 2021).

Nos sistemas intensivos de criação de gado de corte, é comum o uso de grandes quantidades de grãos de cereais na alimentação dos animais. Essa prática tem como principal objetivo aumentar a densidade energética da dieta, favorecendo o ganho de peso e o desempenho produtivo do rebanho (Samuelson et al., 2016). Os sistemas de confinamentos brasileiros apresentam períodos mais curtos de alimentação na terminação e possuem uma menor densidade energética na dieta, quando comparado a outros países (Brown; Millen, 2009; Pinto et al., 2020).

O principal ingrediente concentrado utilizado nas dietas como já citado, é o milho (Monsalve; Millen, 2025). A inclusão e o grau de processamento desse ingrediente podem variar conforme a estratégia nutricional utilizada (Owens et al., 1995). Porém considerando que os ruminantes não foram naturalmente adaptados para consumir grandes quantidades de carboidratos altamente fermentáveis, a adição indiscriminada desse alimento ou outras fontes de ingredientes energéticos podem predispor os animais a distúrbios metabólicos, afetando negativamente a saúde ruminal e geral do rebanho (Nagaraja; Titgemeyer, 2007).

Um dos principais distúrbios metabólicos causados pelo uso indiscriminado de alimentos concentrados é a acidose ruminal, que ocorre quando o animal não adaptado ingere uma quantidade considerável de carboidratos solúveis, que causa um desequilíbrio entre a produção de AGCC e remoção desses pelo epitélio do rúmen (Neto et al., 2014).

Em dietas com alta densidade energética são necessários protocolos de adaptação, que proporciona aos animais, um tempo para ajustarem a microbiota ruminal e o epitélio. A microbiota ruminal costuma ajustar-se rapidamente a mudanças na dieta, geralmente em cerca de três dias. Já o epitélio do rúmen, por meio do crescimento e alongamento das papilas, necessita de um período maior, entre cinco e sete dias, para se adequar ao novo ambiente fermentativo (Brown; Millen, 2009).

Estudos indicam que o período de adaptação seguro a dietas com alta inclusão de concentrado não deve ser inferior a 14 dias (Brown; Millen, 2009; Barducci et al., 2018). Em um estudo comparando períodos de adaptação de 9 e 14 dias, observaram que a redução do tempo de adaptação não resultou em melhora significativa no desempenho ou carcaça dos bovinos (Watanabe et al., 2021). Entretanto, os animais adaptados por apenas 9 dias, apresentaram maior variação no consumo de matéria seca, o que pode aumentar o risco de acidose subclínica devido à rápida mudança de dieta (Watanabe et al., 2021).

Os bovinos adaptados por 14 dias apresentaram maior tempo de ruminação e menor variação no consumo, indicando melhor estabilidade ruminal e comportamental. Embora o desempenho final dos animais adaptados por 9 dias não tenha sido comprometido, a maior instabilidade no consumo e o risco de distúrbios e metabólicos reforçam que o período de 14 dias ainda o período mínimo seguro e eficiente de adaptação com dietas com alta proporção de concentrado em sistemas de confinamentos (Watanabe et al., 2021).

2.3. Métodos de Adaptação para Bovinos

Atualmente existem dois principais tipos de adaptação utilizados nos confinamentos brasileiros: os modelos “escada” e “restrição”. O protocolo do tipo escada consiste no fornecimento de dietas com consumo *ad libitum*, nos quais o nível de concentrado é aumentado gradualmente com intervalo de tempo entre dias (geralmente sete dias), até alcançar o nível final de inclusão concentrado (Perdigão et al., 2014). Esse modelo é o mais utilizado nos confinamentos do país (Monsalve; Millen, 2025). O segundo denominado de “restrição”, baseia-se na limitação inicial da quantidade de dieta fornecida que é aumentada progressivamente ao longo dos dias até atingir o consumo desejado (Perdigão et al., 2014).

Nesse sentido, o estudo desenvolvido por Perdigão (2014), avaliou os efeitos da duração de protocolos de adaptação de dieta de alto teor em 120 bovinos machos da raça Nelore cadastrados com $352,03 \pm 19,61$ kg de peso vivo (PV) e mantidos confinados por 84 dias em 24 baias. O experimento foi estruturado em blocos aleatórios, utilizando um esquema fatorial 2×2 (protocolos e períodos), resultando nos seguintes tratamentos: adaptação em escada por 6 (E6) ou 9 dias (E9) e protocolo de restrição por 6 (R6) ou 9 dias (R9), com 6 baias atribuídas a cada tratamento.

Os resultados indicam que os efeitos do protocolo de adaptação foram positivos, evidenciados pelo aumento médio de peso e pela elevação da ingestão de massa seca (IMS), expressa em porcentagem do peso vivo dos bovinos. Esses efeitos foram mais pronunciados durante a fase final da adaptação em larga escala. Na avaliação morfológica do epitélio ruminal foi encontrado efeito de duração na fase de adaptação para área média de papilas. Houve variação nas características histológicas entre as fases de adaptação e terminação, em relação à altura, largura e espessura da queratina

nas papilas ruminais (Perdigão, 2014)

Por fim, em relação ao comportamento alimentar, todos os aspectos analisados mostraram resultados relevantes, com ênfase na IMS durante as fases de adaptação e término, além da mudança no consumo durante a adaptação, onde o protocolo em escada resultou em uma maior ingestão e em uma variação reduzida. Contudo, recomendou-se o protocolo de escada de 9 dias de duração na adaptação de bovinos Nelore com dietas de alto teor concentrado (Perdigão, 2014).

Considerando que o rebanho brasileiro é predominantemente composto por zebuínos, torna-se fundamental estabelecer suas exigências nutricionais específicas, que diferem significativamente das observadas em bovinos de regiões temperadas. Essa adequação é essencial para maximizar o desempenho e eficiência animal, reforçando a importância de estudos que avaliem protocolos de adaptação específicos para essas condições, de modo a otimizar os resultados produtivos em sistemas de confinamentos (Marcondes et al., 2009).

Com isso, diferentes protocolos de adaptação foram desenvolvidos com o objetivo de preparar o ambiente ruminal para dietas com alto valor energético, para reduzir riscos de distúrbios metabólicos. As estratégias podem variar desde o uso de dietas com a inclusão gradual de concentrado, até as que utilizam grão inteiros, como milho, associados a ingredientes fibrosos os quais podem estimular a mastigação e a salivação, auxiliando no controle do pH ruminal (Millen et al., 2009; Perdigão, 2014).

Assim, a utilização da silagem, exclusivamente na fase de adaptação é justificada pelo seu papel em fornecer fibra efetiva, favorecendo a ruminação e a transição segura para dietas totalmente concentradas. Estudos têm demonstrado que a inclusão de volumoso neste período inicial contribui para a manutenção da integridade ruminal e melhora a resposta produtiva durante a fase de terminação, especialmente em bovinos zebuínos, que apresentam maior susceptibilidade a distúrbios metabólicos (Millen et al., 2009; Watanabe et al., 2021).

Sistemas que fazem a utilização de dietas sem volumoso desde o início do confinamento empregam diferentes estratégias para manter a saúde ruminal e prevenir distúrbios metabólicos. Entre essas estratégias, destaca-se o uso de grãos inteiros, como o milho, que promovem maior mastigação e salivação, contribuindo para o tamponamento natural do rúmen. Além disso, a inclusão de ingredientes fibrosos, como a casca de soja e a casca de algodão, auxilia na motilidade ruminal, enquanto o uso de aditivos atua no controle da fermentação e na estabilização do pH ruminal (Perdigão,

2014). Em conjunto, essas práticas favorecem a adaptação dos animais reduzindo o risco de acidose (Perdigão, 2014).

2.4 Processamento dos Grãos

No contexto brasileiro, o milho representa a principal fonte energética nas dietas de terminação de bovinos confinados. Entretanto, essas dietas apresentam, em geral, menor densidade energética quando comparadas às formulações norte-americanas (Monsalve; Millen, 202). Ainda assim, o milho possui elevado teor de amido, o que intensifica a fermentação ruminal quando consumido em maiores proporções. Com isso, a compreensão do comportamento ingestivo é uma ferramenta estratégica para a formulação de dietas e para a adoção de técnicas de manejo que visam melhorar o desempenho zootécnico dos animais. No caso dos bovinos, eles podem modificar a forma como se alimentam em função da quantidade, acessibilidade, e tipo de alimento, além das práticas de manejo aplicadas (Fischer et al., 1996).

Neste contexto, a utilização do milho grão inteiro na alimentação do gado de corte confinado apresenta vantagens significativas, principalmente quando pensamos em simplicidade operacional e redução com custos de processamento, por não exigir a moagem, o grão inteiro elimina a necessidade de um maquinário específico, mão de obra especializada, consumo de energia, o que contribui para a redução dos custos totais da dieta, especialmente em sistema de confinamentos (Moraes et al., 2016).

Além disso, o grão inteiro favorece a salivacão e ruminação, que promove maior tamponamento ruminal, pois o grão inteiro mantém sua estrutura física durante a ingestão, o que faz com que o animal mastigue mais para triturar o alimento antes de engolir, estimulando a produção de saliva, que contém bicarbonato e contribui para o tamponamento do rúmen (Martinez-Fernandes et al., 2020). A utilização do milho grão inteiro é uma estratégia que apresenta boa eficiência alimentar, com relação favorável entre o consumo de matéria seca e ganho de peso (Bezerra et al., 2016). Porém, essa estratégia também possui desvantagens como a menor digestibilidade do amido (Trautmann et al., 2021).

O milho é classificado como um cereal energético contendo entre 70 à 80% de amido em sua composição, com base na matéria seca (Rostagno et al., 2000). Contudo, grande parte desse amido não é degradado no rúmen, principalmente devido à estrutura física do grão e à presença de uma matriz proteica que envolve os grânulos de amido,

dificultando o acesso das enzimas microbianas. Como resultado, uma fração significativa do amido transita pelo trato digestivo sem sofrer completa digestão e acaba sendo excretado nas fezes.

Os métodos de processamento de grãos utilizados podem ser divididos em dois grupos: realizados a seco ou com ~~adição de umidade. Nos processos que utilizam água, esta pode ser aplicada inclusive~~ na forma de vapor sob alta pressão. Entre os métodos secos, incluem-se a moagem (fina ou grosseira, a micronização, a tostagem, a peletização e a laminação (Hale et al., 1973). Nos métodos que incluem umidade, destacam-se a laminação a vapor, a floculação, a expansão e a extrusão. A combinação entre a redução do tamanho das partículas e o uso de vapor potencializa a digestibilidade dos grãos (Theurer et al., 1986).

Diversos tipos de processamentos podem ser aplicados aos grãos com o intuito de romper as pontes de hidrogênio presentes nos grânulos de amido, aumentando sua capacidade de hidratação. Dessa forma o amido torna-se mais susceptível à digestão enzimática (Flint; Forsberg, 1995). O amido do grão de milho possui uma digestibilidade limitada pela sua matriz proteica, que encapsula os grânulos de amido e pela própria natureza compacta do amido o que evidencia o processamento do mesmo (Mc Allister et al., 1990).

O processamento do grão possibilita uma melhoria na digestibilidade dos alimentos e em sua conservação, além de melhorar a palatabilidade (Pond et al., 1995). Para esse processamento usam-se diferentes métodos e cada um deles possui efeito direto sobre a digestibilidade do amido e o desempenho dos animais em confinamento (Owens; Basalan, 2016).

Os métodos, como floculação, explosão e laminação a vapor, além da autoclavagem e extrusão, promovem modificações químicas no amido e tornam os grãos mais disponíveis, do que os métodos mecânicos, por melhorarem a digestibilidade do amido no rúmen (Theurer et al., 1986). Portanto, é importante observar que os métodos de moagem, laminação e floculação empregados durante esse processamento podem aumentar o uso energético da dieta, mas também elevam o risco de acidose, o que requer mais cuidado na gestão alimentar desses animais (Millen et al., 2009).

2.5 Comportamento Ingestivo

Nos ruminantes, a digestão começa na boca, onde a língua e os dentes realizam a

apreensão e trituração dos alimentos. A saliva, além de facilitar a mastigação e a deglutição, exerce papel fundamental no tamponamento do rúmen, auxiliando na manutenção do pH adequado para a fermentação microbiana (Van Soest et al., 1991).

Pesquisadores vêm analisando a capacidade dos animais em selecionar os alimentos que melhor atendem às suas demandas fisiológicas e metabólicas. A hipótese central é que essas escolhas não se baseiam unicamente nas exigências nutricionais, mas também no julgamento do próprio animal sobre o que lhe proporciona maior bem-estar ou reduz a sensação de desconforto (Ferreira et al., 2003).

Os ruminantes demonstram capacidade de reconhecer o valor energético dos alimentos e de avaliar o esforço envolvido em sua obtenção, o que influencia suas escolhas alimentares (Mariani et al., 2010). Assim, pesquisadores vêm analisando a capacidade dos animais em selecionar os alimentos que melhor atendem às suas demandas fisiológicas e metabólicas. A hipótese central é que essas escolhas não se baseiam unicamente nas exigências nutricionais, mas também no julgamento do próprio animal sobre o que lhe proporciona maior bem-estar ou reduz a sensação de desconforto (Ferreira et al., 2003).

O comportamento alimentar dos ruminantes inclui períodos dedicados à alimentação, à ruminação e ao repouso, além da eficiência com que esses processos ocorrem (Dado; Allen, 1995). O consumo de alimentos está diretamente ligado a esses comportamentos. A ingestão de matéria seca por ruminantes em um período específico depende tanto da quantidade de refeições realizadas quanto da duração e da velocidade de cada uma delas (Chase et al., 1976; Thiago et al., 1992).

O manejo de comedouro exerce influência direta sobre esse processo, as ações como limpeza e fornecimento da dieta estão diretamente ligadas ao consumo e ao desempenho dos animais (Schwartzkopf-Genwein et al., 2003). O horário, a frequência e o intervalo entre os arraçoamentos alteram a distribuição das atividades ingestivas ao longo do dia, incluindo consumo, ruminação e repouso (Deswysen et al., 1993).

A frequência de fornecimento de dieta nos confinamentos comumente é realizada duas vezes ao dia. Os animais tendem a realizar duas principais refeições logo após o fornecimento da dieta (entre uma e três horas após o trato), além de realizarem diversas outras refeições menores entre esses períodos (Fischer et al., 2000). Para minimizar os efeitos negativos da fermentação excessiva de carboidratos no rúmen, algumas estratégias de manejo alimentar podem ser adotadas, como adaptação gradual à dieta, maior intervalo entre tratos, aumento da frequência de fornecimento da ração e ajustes no consumo de

matéria seca (Cervieri et al., 2009).

O comportamento ingestivo e o tempo de ruminação são aspectos fundamentais para avaliar o desempenho de bovinos confinados, pois influenciam diretamente a ingestão de nutrientes e a saúde ruminal dos animais. O tempo e a frequência de alimentação, a forma física dos ingredientes presentes na dieta, afetam diretamente a seleção de partículas e a quantidade de mastigação, o que modifica a produção de saliva e a fermentação ruminal (Heinrichs et al., 1992; Robles et al., 2007).

Dietas com diferentes níveis de fibra, possuem comportamento de ingestão e ruminação diferentes, sendo que maiores teores de fibra tendem a aumentar esse tempo de mastigação e promover maior produção de saliva, que atua como um tamponante natural do rúmen (Van Soest et al., 1991; Carvalho et al., 2006).

Com isso, a adaptação gradual a dietas de alto teor de concentrado torna-se mais segura para evitar distúrbios metabólicos e alterações no padrão de alimentação, garantindo que os animais mantenham um comportamento ingestivo mais estável e eficiente (Brown; Millen, 2009; Perdigão, 2014; Watanabe et al., 2021).

Estudos indicam que o comportamento ingestivo não é apenas reflexo das exigências nutricionais, mas também uma resposta adaptativa do animal às características físicas e químicas da dieta (Ferreira et al., 2003; Mariani et al., 2010). Assim, entender o comportamento ingestivo permite otimizar a eficiência alimentar e reduzir problemas digestivos, garantindo melhor bem-estar ao animal.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Animais e Local do Experimento

O estudo foi conduzido na Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Jaboticabal, SP, Brasil no Setor de Bovinocultura de Corte e submetido à Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UNESP, Campus de Jaboticabal, SP, Brasil (003837/24).

Foram utilizados 6 bovinos machos Nelore x Angus castrados, canulados no rúmen, com peso médio de 500 kg $\pm$ 28,44 e 28 meses de idade. Os animais foram alojados individualmente em baias parcialmente concretadas, com área de 30m² por animal, e 1.5 m lineares de cocho, onde permaneceram até o final do experimento. Cada baia possuía bebedouro automático (90x0,50x0,50), garantindo livre acesso à água durante todo o experimento.

3.2 Delineamento Experimental e Tratamentos

O delineamento experimental adotado foi em quadro latino 3x3 duplicado, considerando o peso corporal inicial dos animais como critério para formação dos quadrados.

A cada período, os animais de cada quadrado foram aleatoriamente designados a um dos três protocolos de adaptação: 1) Controle – adaptação em escadas à dieta convencional à base de silagem de milho e milho grão moído; 2) Restrição – adaptação por restrição quantitativa a dieta a base de grãos de milho inteiro; e 3) Escada – adaptação em escadas, com inclusão de silagem de milho apenas durante a adaptação, a dieta a base de grãos de milho inteiro.

3.3 Período Experimental, Dietas e Protocolo de Alimentação

Cada período experimental teve duração de 21 dias, sendo 14 dias da fase de adaptação, na qual os tratamentos foram aplicados e 7 dias de fase de terminação. A composição das dietas experimentais está mostrada na Tabela 1. Já a composição química dos ingredientes experimentais está representada na Tabela 2.

Foi considerado um período de *washout* de 5 dias entre um período e outro, totalizando 73 dias experimentais. A fase de adaptação dos tratamentos restrição e escada foi

programada para que os animais consumissem a mesma quantidade de energia daqueles submetidos ao tratamento controle até o início da fase de terminação. No tratamento controle foi fornecido no primeiro dia de adaptação a quantidade de matéria seca referente a 1,7% do peso corporal (PC). A dieta experimental foi formulada por meio do software do NASEM (2016), conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Composição das dietas experimentais, conforme o protocolo de adaptação adotado, com base na matéria seca

	Dietas		
	Adaptação 1	Adaptação 2	Terminação
Controle			
Silagem de Milho	43,1	36,0	28,9
Milho Grão Moído	38,5	48,6	58,7
Farelo de Algodão	16,5	13,5	10,5
Núcleo Mineral ¹	1,9	1,9	1,9
Escada			
Silagem de Milho	8,6	4,3	-
Milho Grão Inteiro	72,4	76,7	81,0
Núcleo Peletizado ²	19,0	19,0	19,0
Restrição			
Milho Grão Inteiro	-	-	81,0
Núcleo Peletizado ²	-	-	19,0

MS = Matéria Seca; PB = Proteína Bruta; EE = Extrato etéreo; FDN = Fibra em Detergente Neutro; NDT = Nutrientes Digestíveis Totais; MM = Matéria Mineral; ELg = Energia Líquida. CNF = Carboidratos não fibrosos.

Tabela 2 – Composição química dos ingredientes das dietas experimentais

Ingredientes (%)	Silagem de Milho	Milho Grão Moído	Milho Grão Inteiro	Farelo de Algodão
Matéria Seca	30,30	86,85	86,36	91,71
Proteína Bruta	6,90	8,86	8,45	46,55
Extrato etéreo	2,33	4,22	3,52	0,76
Fibra em Detergente Neutro	49,28	7,28	7,06	30,08
Nutrientes Digestíveis Totais	65,80	90,19	89,15	59,62
Materia mineral	4,66	1,29	1,46	9,26
Energia Líquida (Mcal/kg MS)	0,80	1,75	1,72	0,77
Carboidratos não fibroso	55,50	90,80	89,83	-
Amido	21,38	71,34	71,71	-

¹Composição do núcleo mineral: cálcio = 150 g/kg; fósforo = 10 g/kg; enxofre = 30 g/kg; sódio = 75 g/kg; zinco = 3000 mg/kg; vitamina A = 150000 UI/kg; vitamina D3 = 15000 UI/kg; vitamina E = 500 UI/kg; Monensina = 1500 mg/kg. ²Composição do núcleo peletizado: cálcio = 40,00 g/kg; fósforo = 6,8 g/kg; enxofre = 4,8 g/kg; sódio = 10 g/kg; zinco = 370 mg/kg; vitamina A = 12000 UI/kg; vitamina D3 = 1370 UI/kg; vitamina E = 165 UI/kg; Monensina = 1500 mg/kg.

3.4 Manejo com os Animais e Arraçoamento

Durante todo o manejo, os animais foram mantidos na baia. No primeiro e no último

dia de cada período os bovinos foram pesados para avaliação do peso corporal. O arraçãoamento foi realizado apenas uma vez ao dia no período da manhã (07:30h), para todos os animais. A quantidade de ração ofertada tinha como base a quantidade de sobras deixadas pelo animal referente ao trato do dia anterior (taxa de sobra de 5% em relação à quantidade de ração oferecida).

3.5 Comportamento Ingestivo

Os animais foram submetidos a uma observação visual para avaliação do comportamento ingestivo no dia 20 de cada período experimental.

Para a avaliação de comportamento ingestivo, foi seguida a metodologia de Robles et al., (2007), na qual os animais tiveram seu comportamento registrado a cada cinco minutos, por um período de 24 horas consecutivas. Durante as observações foram coletados dados para se determinar o tempo despendido em alimentação, ruminação e ócio, expressos em minutos, número de idas ao bebedouro, e número de refeições por dia (quantidade de idas ao comedouro).

No período de observação, também foi coletada amostra da dieta total fornecida e da sobra após 24 horas, as quais foram analisadas posteriormente, por meio de análises químicas de matéria seca (AOAC, 1995) e fibra em detergente neutro (Van Soest, 1991), para a determinação da quantidade ingerida desses nutrientes por animal. Com isso, foi determinado o tempo médio e o consumo de matéria seca por refeição, assim como as taxas de ruminação e alimentação da matéria seca, e as taxas de ruminação e alimentação baseado na ingestão de FDN, seguindo metodologia proposta por Carvalho et al., (2006).

3.5 Seletividade da Ração por meio da *Penn State Particle Separator* (PSPS)

No dia da observação de comportamento ingestivo (no a de cada período experimental) foi coletada uma amostra da dieta total logo após o fornecimento e das sobras das 6 baias no dia subsequente para se determinar a distribuição das partículas usando-se um separador de partículas (*Penn State Particle Separator*, Nasco, Fort Atkinson, WI, EUA) como descrito por Kononoff, Heinrichs (1996), para analisar a extensão da seleção, expressa em forma de índice de preferência. O índice de preferência foi calculado para cada porção retida em cada peneira, individualmente.

$$\text{Índice de Preferência: } \frac{\text{Ingestão Atual}}{\text{Ingestão Esperada}}$$

Em que: QRO = Quantidade de ração oferecida (kg); DTPDT = Distribuição do tamanho de partículas da dieta total (%); QS = Quantidade de sobras (kg); DTPS = Distribuição do tamanho de partículas das sobras (%).

$$\text{Ingestão esperada} = \text{DTPDT} * \text{IAMN}$$

Em que: DTPDT = Distribuição do tamanho de partícula da dieta total (base na matéria natural) (%); IAMN = Ingestão atual de matéria natural (kg).

Índice de preferência igual, menor ou maior que 1 indicará ausência, seleção contra ou favor de determinado tamanho de partícula respectivamente.

3.6 Análises Estatísticas

Foram realizados testes de normalidade dos resíduos e de homogeneidade de variâncias antes de se proceder a análise de variância, e quando necessário, os dados foram transformados. As análises estatísticas foram conduzidas por meio do PROC MIXED do SAS (versão 9.1; SAS Institute Inc., 2003), adotando-se nível de significância de 5% ($p < 0,05$). O efeito dos tratamentos foi considerado como fixo. Nos casos com medidas repetidas no tempo, os efeitos dessas medidas e suas interações com os tratamentos foram considerados aleatórios, assim como os efeitos de período e animal (quadrado).

4. RESULTADOS

A Tabela 3 apresenta os resultados de comportamento alimentar e seletividade de partículas de bovinos Nelore x Angus submetidos a diferentes protocolos de adaptação em confinamento. A avaliação dessas variáveis é fundamental para compreender como as estratégias de transição influenciam o tempo destinado à alimentação, ruminação e ócio, além do padrão de seleção das partículas da dieta.

Tabela 3. Comportamento alimentar e seletividade de partícula de bovinos Nelore × Angus canulados submetidos a diferentes protocolos de adaptação em confinamento

Tratamentos	Valor de P ³				
Variável1	Convencional	Escada	Restrição	EPM ²	Tratamento
Tempo de Alimentação (min/dia)	252,50 ^a	176,67 ^b	171,67 ^b	20,499	<0,01
Tempo de Ruminação (min/dia)	275,00 ^a	83,33 ^b	98,33 ^b	22,083	<0,01
Tempo de Ócio (min/dia)	912,50 ^b	1180,00 ^a	1170,00 ^b	25,585	<0,01
Número de Refeições, n	17,83	13,83	13,67	1,713	0,10
Idas ao Bebedouro, n	4,67	4,17	5,00	0,934	0,71
Ingestão de Matéria Seca (kg)	11,76 ^a	5,31 ^b	6,07 ^b	1,283	<0,01
Ingestão de Fibra em detergente neutro (kg)	2,57 ^a	1,20 ^b	1,29 ^b	0,254	<0,01
Tempo de Alimentação por refeição (min/kg)	14,88	14,38	12,48	1,935	0,26
Consumo por refeição (kg)	0,68	0,47	0,43	0,092	0,16
Taxa de alimentação da MS (min/kg)	22,12	54,36	35,83	14,644	0,25
Taxa de alimentação FDN, min/kg de FDN	100,42 ^b	121,47 ^a	154,39 ^a	20,787	0,03
Taxa de Ruminação da MS (min/kg)	23,47 ^a	15,96 ^b	18,33 ^a	5,467	0,01
Taxa de ruminação FDN, min/kg de FDN	108,32 ^a	4,93 ^b	82,67 ^{ab}	13,508	0,01
Seletividade de partículas					
Peneira 1 (19 mm)	1,02	1,00	1,00	0,011	0,36
Peneira 2 (8 mm)	1,01	0,85	0,99	0,037	0,10
Peneira 3 (1.18 mm)	1,02 ^b	1,35 ^a	0,93 ^b	0,150	0,04
Peneira 4 (Fundo)	0,99	1,00	1,00	0,007	0,36

1FD = Fibra em detergente neutro; MS = Matéria Seca. 2Conv= Convencional; 3EPM= Erro padrão da N

média; 4Para o efeito do tratamento, dentro de uma linha, os valores sem letras comuns em sobrescrito diferem (P <0,05).

O tempo de alimentação dos animais (min/dia) e o tempo de ruminação (min/dia) foram significativamente maiores no tratamento convencional, quando comparado com os tratamentos escada e restrição, os quais não apresentaram diferença entre si ($p < 0,01$). Já no tempo em ócio (min/dia), os animais dos protocolos escada e restrição apresentaram um tempo superior do que os animais do tratamento convencional ($p < 0,01$), o que indica menor atividade alimentar dos animais adaptados de forma mais restritiva. Não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) para o número de refeições diárias e idas ao bebedouro, sugerindo que a frequência de alimentação e de consumo de água não foi influenciada pelo tipo de protocolo de adaptação.

A taxa de ruminação da MS foi maior nos tratamentos convencional e restrição, quando comparados à Escala ($p = 0,01$), enquanto a taxa de ruminação da FDN foi superior no convencional em relação à escala, sendo a restrição intermediário ($p = 0,01$). Esses resultados indicam maior eficiência ruminal e melhor processamento das partículas fibrosas no tratamento convencional.

Em relação à ingestão, tanto MS quanto de FDN foram significativamente maiores no tratamento convencional em comparação aos tratamentos escada e restrição ($p < 0,01$), que não diferiram entre si.

Não houve diferença para o tempo de alimentação por refeição, consumo por refeição e taxa de alimentação da MS, indicando comportamento semelhante entre os protocolos nessas variáveis ($p > 0,05$). Contudo, a taxa de alimentação da FDN (min/kg de FDN) foi superior nos tratamentos escada e restrição em relação ao convencional ($p = 0,03$), o que sugere maior tempo gasto para consumir a fração fibrosa da dieta nesses grupos.

Quanto à seletividade de partículas, apenas a fração retida na peneira de 1,18 mm apresentou diferença significativa ($p = 0,04$), com o tratamento escada apresentando maior seletividade que os tratamentos convencional e restrição. Nas demais peneiras (19 mm, 8 mm e fundo), não houve diferenças entre os tratamentos ($p > 0,05$).

5. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos demonstram diferenças marcantes entre os protocolos de adaptação avaliados. De certa maneira, era esperado, por exemplo, que o tratamento convencional, por incluir silagem de milho e milho moído, durante a adaptação e a continuidade do volumoso durante a terminação proporcionasse maior tempo de alimentação e ruminação, além de maior ingestão de MS e FDN, modulando profundamente o comportamento ingestivo e a dinâmica ruminal dos animais (Watanabe et al., 2021).

Esses achados indicam que a presença de volumoso durante a fase de adaptação, e a continuidade durante a terminação favorece a conforto do consumo e a eficiência do processo digestivo, sendo uma diferença não só comportamental, mas também fisiológica refletindo diretamente na dinâmica ruminal (Marcondes et al., 2010).

A manutenção de fibra fisicamente efetiva ao longo da terminação influencia o enchimento ruminal, estabilidade de fermentação e respostas zootécnicas durante a terminação, corroborando estudos anteriores que destacam a importância da fibra efetiva para a manutenção da saúde ruminal (Watanabe et al., 2021). Os animais do tratamento restrição, que nunca receberam silagem, apresentaram um comportamento sistemático como referencial de protocolos sem volumoso.

O maior tempo de alimentação observado no tratamento convencional (250,50 min/dia) está diretamente associado ao maior teor de fibra efetiva presente nessa dieta. Ingredientes fibrosos demandam maior tempo de mastigação, apreensão e redução física de partícula, o que naturalmente prolonga o período em que os animais permanecem no comedouro. Esse aumento da atividade mastigatória está associado a maior produção de saliva e a maior capacidade tampão do rúmen, reduzindo a variabilidade de pH (Van Soest et al., 1991).

Em contraste, os tratamentos escada e restrição apresentaram tempos de alimentação e ruminação menores, e tempo em ócio maior. No caso da restrição, era esperado, pois a dieta não tinha presença de volumoso e nenhuma das fases. Já o tratamento em escada, se comportou de forma complexa, embora tenha recebido silagem durante a adaptação, a contribuição foi baixa e interrompida na entrada da terminação, portanto o efeito sobre os parâmetros rumais foi secundário. O menor tempo de alimentação observado nos tratamentos escada (176,67 min/dia) e restrição (171,67 min/dia), é uma consequência direta da menor quantidade de fibra efetiva

presente na dieta de alto concentrado. A alta densidade energética da dieta permite que os animais atinjam a saciedade mais rapidamente, reduzindo a necessidade de processamento físico, e consequentemente, o tempo com atividade mastigatória (Van Soest et al., 1991).

Um padrão semelhante ocorreu no tempo de ruminação que também foi maior no tratamento convencional (275,00 min/dia). Esses resultados reforçam que a presença de volumoso (silagem de milho), aumenta a atividade mastigatória, tanto durante do consumo, quanto no processo pós-deglutição, reforçando a importância sobre a função estrutural da fibra no estímulo a mastigação e produção de saliva (Marcondes et al., 2010; Beauchemin, 2018).

Como consequência direta do menor tempo de alimentação e ruminação nos protocolos escada e restrição, verificou-se maior tempo em ócio, sendo o tratamento escada e restrição em média 28,76% maior que o convencional. Esse aumento no tempo ocioso pode ser atrelado a menor atividade ingestiva e menor estímulo mecânico do rúmen, o que é típico em dietas altamente energéticas. Do ponto de vista fisiológico, menor tempo de mastigação implica em menor produção de saliva, que é o principal tampão ruminal, e, portanto, fornece maior risco de flutuações no pH e distúrbios ruminais, como a acidose subclínica (Grant; Albringht, 1995; Allen, 1996).

A estabilidade no número de refeições diárias e idas ao bebedouro, sugere que a frequência do comportamento ingestivo não foi alterada, mas sim sua duração e intensidade, demonstrando que o tipo de adaptação modula o padrão de consumo sem necessariamente alterar o número de vezes que esse comportamento é iniciado ao longo do dia.

Não houve diferenças significativas em relação ao tempo de alimentação por refeição, e no consumo por refeição. No entanto, a taxa de alimentação da FDN foi maior nos tratamentos escada e restrição, sugerindo que os animais dos protocolos restritivos gastaram mais tempo para ingerir cada kg de fibra, possivelmente devido à menor palatabilidade da fração fibrosa na presença do grão inteiro ou ao maior esforço para selecionar a fibra no comedouro.

A fibra promove maior enchimento ruminal e contribui para a estabilidade fermentativa, favorecendo um consumo mais consistente ao longo do dia. Esse comportamento é amplamente descrito em protocolos que incluem volumoso, nos quais a combinação entre maior tempo de mastigação e maior produção de saliva atua como fator protetor contra oscilações abruptas de ingestão. Assim, a maior ingestão de MS e

FDN no tratamento convencional reforça a importância da fibra efetiva como moduladora do consumo e da estabilidade do ambiente ruminal, conforme também descrito por Watanabe et al., (2021).

A maior ingestão de MS no convencional já era esperada, pois os animais receberam uma dieta com maior inclusão de volumoso e fornecimento *ad libitum* o que naturalmente estimula maior volume ingerido. Já os tratamentos escada e restrição, que utilizaram dietas mais concentradas e não *ad libitum*, apresentaram menor ingestão, o que não indica pior desempenho, mas sim uma consequência fisiológica devido a maior densidade energética. Assim, mesmo com menor volume consumido, os animais em protocolos sem volumoso podem atingir níveis adequados de desempenho devido ao maior aporte de energia por unidade de MS (Watanabe et al.,2021).

As taxas de ruminação por kg de MS evidenciam o impacto da fibra efetiva no comportamento ingestivo. O protocolo convencional, ao incluir volumoso na adaptação e mantê-lo durante a terminação, proporcionou maior estímulo físico à ruminação em relação aos tratamentos escada e restrição. Embora o tratamento escada também tenha recebido silagem na adaptação, a baixa inclusão e a posterior retirada na terminação resultaram em um efeito secundário sobre a ruminação, alinhando-se à restrição. Esse maior tempo ruminando por kg de alimento ingerido reflete maior necessidade de redução do tamanho de partícula e maior produção de saliva, o que contribui para a manutenção do pH ruminal e para uma fermentação mais estável (Allen; Yingt, 2021)

Por outro lado, as menores taxas de ruminação observadas nos protocolos escada e restrição especialmente quando consideradas por unidade de FDN, indicam menor estímulo mecânico e maior velocidade potencial de fermentação, fenômeno típico de dietas muito ricas em concentrado e com pouco aporte de fibra física, como as utilizadas na terminação de ambos os tratamentos. No caso dos animais do tratamento escada, a retirada do volumoso na terminação fez com que o comportamento ruminal se alinhasse ao da restrição, que nunca recebeu silagem. Esse padrão reforça que a ausência de fibra efetiva na dieta de terminação pode reduzir a efetividade da ruminação, aumentando a suscetibilidade do animal a oscilações fermentativas (Millen et al., 2009).

Os resultados reforçam a importância do período de adaptação e do fornecimento de fibra efetiva para estimular a ruminação e a estabilidade ruminal, mesmo quando se utiliza o milho grão inteiro. Embora os protocolos sem volumoso (escada e restrição) tenham mantido uma frequência alimentar semelhante e não tenham alterado o padrão de seleção de partículas, apresentam um menor estímulo à ruminação, o que pode demandar

ajustes no manejo alimentar para garantir adequada saúde ruminal em sistemas intensivos.

Entre as estratégias possíveis, destaca-se a inclusão de FDNfe, uma vez que é essa fração da fibra que exerce estímulo físico sobre o rúmen, promovendo maior tempo de mastigação e ruminação. A utilização de ingredientes estruturais, como a silagem de milho, contribui para o aumento do tamanho de partícula da dieta e, conseqüentemente, para maior produção de saliva e melhor tamponamento do pH ruminal (Mertens, 1997). Ressalta-se que dietas com alto concentrado exigem atenção à forma física dos ingredientes e ao comportamento ingestivo dos animais para evitar oscilações ruminais e manter um desempenho eficiente (Van Soest et al., 1991).

Por outro lado, os protocolos escada e restrição, ambos baseados em milho grão inteiro, resultaram em menor tempo de alimentação e ruminação, com aumento do tempo em ócio. Essa redução na atividade ingestiva pode estar associada à menor disponibilidade de fibra efetiva, o que compromete a mastigação e a produção de saliva, fundamentais para o tamponamento do rúmen (Brito, 2018).

A seletividade alimentar manifestou-se apenas na fração retida na peneira de 1,18 mm, indicando maior preferência dos animais submetidos ao protocolo escada por partículas menores. Esse resultado sugere que, na ausência de volumoso, os bovinos tendem a ajustar sua seleção de partículas de acordo com a textura e a densidade energética da dieta, priorizando frações mais palatáveis e de rápida ingestão. Tal comportamento reforça a hipótese de que os animais adaptam sua ingestão de acordo com as características físicas da dieta (Ferreira et al., 2003; Mariani et al., 2010). A preferência por partículas menores também é compatível com dietas ricas em concentrado e com baixa oferta de fibra longa, nas quais o estímulo mecânico à mastigação é reduzido e os animais direcionam o consumo para frações de maior concentração energética.

De modo geral, os dados confirmam que a inclusão de silagem durante a fase de adaptação contribui para maior estabilidade ruminal e ingestiva, enquanto os protocolos sem volumoso exigem maior atenção no manejo para evitar riscos de acidose e variações no consumo. Esses resultados são consistentes com a literatura, que recomenda períodos mínimos de 14 dias de adaptação com inclusão de fibra efetiva para garantir segurança metabólica (Brown et al., 2009; Watanabe et al., 2021). Em síntese, a presença de fibra efetiva durante a adaptação continua sendo um dos pilares para transições seguras e eficientes em dietas com alto teor de concentrado.

6. CONCLUSÃO

Conclui-se que a utilização de milho grão inteiro em dietas de alto concentrado para bovinos confinados constitui uma estratégia nutricional viável em sistemas intensivos de terminação. Entretanto, a inclusão de fibra efetiva na dieta inicial, embora tenha contribuído para maior equilíbrio comportamental durante a adaptação, não foi suficiente para promover preparo ruminal pleno frente à transição para uma dieta altamente concentrada. Assim, os resultados indicam que, apesar da viabilidade do sistema, protocolos de adaptação devem ser cuidadosamente planejados, considerando a intensidade da dieta final e os limites fisiológicos dos animais, a fim de minimizar riscos de distúrbios digestivos e otimizar o desempenho produtivo.

7. REFERÊNCIAS

ALLEN, M. S. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 74, n. 9, p. 3063-3075, 1996.

ALLEN, M.S; YINGT, Y. Effects of corn grain endosperm type and conservation method on site of digestion, ruminal digestion kinetics, and flow of nitrogen fractions to the duodenum in lactating dairy cows. 2021. **Journal Dairy Science**. 104:7617–7629.

ANUALPEC. **Anuário Brasileiro da Pecuária 2015**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, 2015.

AOAC – Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**. 16. ed. Washington, DC: AOAC, 1995.

BARDUCCI, R.S. et al. Restricted versus step-up dietary adaptation in Nellore bulls: Effects over periods of 9 and 14 days on feedlot performance, feeding behavior and rumen morphometrics. **Animal Feed Science and Technology**, vol. 247, January 2019, Pages 222-233.

BEAUCHEMMIN, K. A. Invited review: Current perspectives on eating and rumination activity in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 2018.

BEZERRA, L. R. et al. Substituição do milho moído pelo milho grão inteiro na terminação de bovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 3, p. 389-397, 2016.

BISCOLA, P.H.N; MALAFAIA; G.C. Anuário carne da cadeia produtiva da carne bovina: 2024-2025. Campo Grande, MS: **EMBRAPA Gado de Corte**, 2025.

BRASILAGRO. **Brasil produziu 11 milhões de toneladas de carne em 2025**. Disponível em: <https://www.brasilagro.com.br/conteudo/brasil-produziu-11-milhoes-de-toneladas-de-carne-bovina-em-2025.html>. Acesso em 27.fev.2026.

BRITO, H.L.C. **Protocolo de adaptação às dietas contendo grão inteiro de milho para bovinos confinados**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Sustentável e Saúde Animal do Departamento de Medicina Veterinária, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Veterinária. 2018. Umuarama –PR.

BROWN, M. S.; MILLEN, D. D. Protocolos para adaptar bovinos confinados a dietas de alto concentrado. In: **2º. Simpósio Internacional de Nutrição de Ruminantes**. UNESP, Botucatu –SP , 2009.

CARVALHO, S.; RODRIGO, M. T.; BRANCO, R. H. Feeding behavior of lactating Alpine goats fed diets with different dietary levels of forage NDF. **Brazilian Journal of Animal Science**, v. 35, p. 562-568, 2006.

CERVIERI, R. C. Evolução do manejo nutricional nos confinamentos brasileiros: importância da utilização de subprodutos da agroindústria em dietas de maior inclusão de concentrado. In: **2º Simpósio internacional de nutrição de ruminantes**. UNESP,

Botucatu – SP.

CHASE, L. J.; WANGSNESS, P. J.; BAUMGARDT, B. R. Feeding behavior of stress fed a complete mixed ration. **Journal of Dairy Science**, v. 59, n. 11, p. 1923-1928, 1976.

DADO, R. G.; ALLEN, M. S. Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. **Journal of Dairy Science**, v.78, p.118133. 1995.

DESWYSEN A.G. et al. Nycterohemeral eating and ruminating patterns in heifers fed grass or corn silage: analysis by finite Fourier transform. **Journal of Animal Science**. 1993 Oct;71(10):2739-47. doi: 10.2527/1993.71102739x. PMID: 8226375.

DUFFIELD, T.F. et al., Meta-analysis of the effects of monensin in beef cattle on feed efficiency, body weight gain, and dry matter intake. **Journal of Animal Science**, v.90, p.4583-4592, 2012. DOI: 10.2527/jas.2011-5018.

FERREIRA, F. A. **Efeito do processamento do concentrado sobre a seleção de dieta por bovinos**. 2003. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2003.

FISCHER, V. **Efeitos do fotoperíodo, da pressão de pastejo e da dieta sobre o comportamento ingestivo de ruminantes**. 1996. 243f. Tese (Doutorado) – Program de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS.

FISCHER, V. et al. Aplicação de probabilidades de transição de estado dependentes do tempo na análise quantitativa do comportamento ingestivo de ovinos. Parte I. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.18111820, 2000.

FLINT, H. J.; FORSBERG, C.W. Degradação de polissacarídeos no rúmen: bioquímica e genética. In: ENGELHARDT, W. V., et al. (Eds). **Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction**. Proceedings of the Eighth International Symposium on Ruminant Physiology, 1995. Stuttgart: Enke, 1995, p. 43-70.

GRANT RJ, ALBRIGHT J. L. Feeding behavior and management factors during the transition period in dairy cattle. **Journal of Animal Science**. 1995 Sep;73(9):2791-803. doi: 10.2527/1995.7392791x. PMID: 8582871.

HALE, W.H. Influence of processing of the utilization of grains (starch) by ruminants. Tucson **Journal of Animal Science**, Albany, v.37, n.4, p.1075-1083, 1973.

HEINRICHS, A.J.; ROGERS, G.W.; COOPER, J.B. Predicting body weight and wither height in Holstein heifers using body measurements. **Journal of Animal Science**. 1992. Dec;75(12):3576-81. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(92)78134-X..

IBGE. **Em 2025, Brasil registra a maior produção de leite, couro e ovos da história; abate de bovinos, frangos e suínos também é recorde**. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/46123-em-2025-brasil-registra-a-maior-producao-de-leite-couro-e-ovos-da->

historia-abate-de-bovinos-frangos-e-suinos-tambem-e-recorde. Acesso em: 08.abr.2026.

LIONCH, I.; CASTILLEJOS, L.; FERRET, A. Increasing the content of physically effective fiber in high-concentrate diets fed to beef heifers affects intake, sorting behavior, time spent ruminating, and rumen pH. **Journal of Animal Science**. 2020 Jun 9;98(6): skaa192. doi: 10.1093/jas/skaa192.

MARCHIOTI, R. **Adaptação à dieta de confinamento**. CAMDA a força do campo. 2022.

MARCONDES, M.I. et al. Exigências nutricionais de proteína, energia e macrominerais de bovinos Nelore de três classes sexuais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.15871596, 2009.

MARIANI, T. M. **Suplementação de anticorpos policlonais ou monensina sódica sobre o comportamento ingestivo e desempenho de bovinos Brangus e Nelore confinados**. 2010. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

MARTINEZ-FERNANDES, G. et al. McSweeney, C.S. Seasonal and Nutrient Supplement Responses in Rumen Microbiota Structure and Metabolites of Tropical Rangeland Cattle. **Revised: 29 September 2020 / Accepted: 5 October 2020 / Published: 8 October 2020**.

MCALLISTER, T.A. et al. Effect of the protein matrix on the digestion of cereal grains by ruminal microorganisms. **Journal of Animal Science, Champaign**, v.71, n.1, p.205-212, 1993.

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.

MILLEN; D. D. et al. Feedlot performance of Nelore and Brangus cattle fed monensin or polyclonal antibody preparation against lactate-producing rumen bacteria. **Journal of Animal Science**, v. 87, suplemento 2, p. 282, 2009.

MONSALVE, J. G.; MILLEN, D. D. A snapshot of nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil in 2023. **Frontiers in Veterinary Science**, June, vol.12, 2025.

MORAIS; M. G. et al. Effects of various roughage levels with whole flint corn grain on performance of finishing cattle. **Journal of Animal Science**, v. 94, n. 1, p. 339–348, 2016.

NAGARAJA, T. G.; TITGEMEYERT, E.C. Ruminal acidosis in beef cattle: the current microbiological and nutritional outlook. *J. Dairy Sci.* 90(E. Suppl.):E17–E38 doi:10.3168/jds.2006-478.

NETO, J. F. de S. et al. Distúrbios metabólicos em ruminantes – Uma revisão. **Revista de Ciências Agrárias – Higiene e Sanidade Animal**, v. 3, n. 1, p. 26–39, 2014.

NICODEMO, M. L. F. et al. **Uso de aditivos na dieta de bovinos de corte**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001. (Documento, 106).

OWENS, F. N. et al. 1995. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. **Journal of Animal Science** 73:3152-3172.

OWENS, F.N.; BASALAN, N. Gaint and efficiency responses to various grain processing methodes. In **SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA DE CORTE**, 7., 2012, São Pedro Anais....Piracicaba: FEALQ, 2012.1 CD-ROM.

PERDIGÃO, A. **Protocolos de adaptação a rações de alto teor de concentrados para bovinos Nelore confinados**. 2014. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2014.

PINTO, A. C. et al. Ruminal fermentation pattern, bacterial community composition, and nutrient digestibility of Nelore cattle submitted to either nutritional restriction or intake of concentrate feedstuffs prior to adaptation period. **Frontiers in Microbiology**, v. 11, p. 1865, 2020.

POND, W. G.; CHURCH, D. C.; POND, K. R. **Basic animal nutrition and feeding**. 4th ed. New York: John Wiley & Sons, 1995.

ROBLES; V.; GONZÁLEZ; L. A.; FERRET; A. Effects of feeding frequency on intake, ruminal fermentation, and feeding behavior in heifers fed high-concentrate diets. **Journal of Animal Science**, v. 85, p. 2538-2547, 2007.

ROSTAGNO et al. **Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2a. Ed. Viçosa: UFV. Departamento de Zootecnia.

SAMUELSON, K. L. et al. **Recomendações nutricionais de nutricionistas consultores de confinamento**: a pesquisa de 2015 do estado do Novo México e da Universidade Texas Tech. **Journal of Animal Science**, 94, 2648-2663. 2016.

SCHWARTZKOPF-GENSWEIN; K. S. et al. Effect of bunk management on feeding behavior, ruminal acidosis, and performance of feedlot cattle: A review. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. E149-E158, 2003.

SILVA, J. C. et al. Desempenho em confinamento, comportamento alimentar e morfometria ruminal de bovinos Nelore submetidos a diferentes frequências de alimentação. **Sci. Agric.** 75(2): 121–128, 2018.

SILVESTRE, A.M; MILLEN, D.D. The 2019 Brazilian survey on nutritional practices provided by feedlot cattle consulting nutritionists. **Rev. Brasileira de Zootecnia**. 05/jul/2021;50:e20200189.

THEURER, C. B. Efeitos do processamento de grãos sobre a utilização do amido por ruminantes. **Journal of Animal Science**, v. 63, n. 5, p. 1649-1662, 1986.

THIAGO, L. R. L.; GILL, M.; SISSONS, J. W. Studies of conserving grass herbage and frequency of feeding in cattle. **British Journal of Nutrition**, v. 67, n. 3, p. 339-336, 1992.

TRAUTMANN, J. et al. Digestibilidade e desempenho de bovinos de corte alimentados com milho em diferentes formas físicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 50, e20200120, 2021.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **Production, Supply and Distribution Online (PSD)**. 2023.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

WATANABE, D. H. M. et al. Growth performance and rumen morphometrics of Nellore and ½ Angus/Nellore feedlot cattle adapted over 9 and 14 days to high-concentrate diets. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 108, n. 2, p. 549–561, 2021.