

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

**HISTOLOGIA E LESÕES CECAIS DE BOVINOS NELORE SUBMETIDOS A
DIFERENTES PROTOCOLOS DE ADAPTAÇÃO À DIETAS DE
TERMINAÇÃO INTENSIVA EM PASTO**

Orientador: Prof. Dr. Danilo Domingues Millen

Coorientadora: Ma. Fernanda Franco Alves

Discente: Letícia de Mattos Machado

JABOTICABAL- SP

07/2026

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

**HISTOLOGIA E LESÕES CECAIS DE BOVINOS NELORE SUBMETIDOS A
DIFERENTES PROTOCOLOS DE ADAPTAÇÃO À DIETAS DE
TERMINAÇÃO INTENSIVA EM PASTO**

Letícia de Mattos Machado

Orientador: Prof. Dr. Danilo Domingues Millen

Coorientador: Ma. Fernanda Franco Alves

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de
Jaboticabal, como parte das exigências para
graduação em Zootecnia.

JABOTICABAL- SP

07/2026

M149h Machado, Leticia de Mattos
Histologia e lesões cecais de bovinos nelore submetidos a diferentes protocolos de adaptação à dietas de terminação intensiva em pasto / Leticia de Mattos Machado. -- Jaboticabal, 2026
34 f.

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

Orientador: Danilo Domingues Millen
Coorientadora: Fernanda Franco Alves

1. Nutrição. 2. Adaptação. 3. Bovinos. 4. Intestino grosso. 5. Ceco. I. Título.

Certificado de aprovação



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus Jaboticabal



Letícia de Mattos Machado

Histologia e lesões cecais de bovinos Nelore submetidos a diferentes protocolos de adaptação à dietas de Terminação Intensiva em Pasto

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado 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 (se houver): Ma. Fernanda Franco Alves

Área de Concentração: Nutrição de ruminantes

Trabalho aprovado em 08/07/2026

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Danilo Domingues Millen

UNESP - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Campus de Jaboticabal

Dra. Afany Faria de Toledo

UNESP - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Campus de Jaboticabal

Pedro Henrique Cavalcante Ribeiro

Me. Pedro Henrique Cavalcante Ribeiro

UNESP - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Campus de Jaboticabal

Prof. Dr. José Maurício Barbanti Duarte

Chefe do Departamento

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter guiado cada passo ao longo dessa caminhada, me mostrando que eu nunca estive sozinha, iluminando minhas escolhas e me sustentando durante todos esses anos.

Aos meus pais, Anna Célia e Fernando, à minha irmã Laura e ao meu namorado Lucca, agradeço por todo apoio, incentivo, compreensão e companheirismo. Vocês foram fundamentais para que eu chegasse até aqui.

Aos meus amigos Eduardo (Purga) e Artur, obrigada por todos esses anos de amizade, pelo apoio constante, pelas conversas, pelo incentivo e por tornarem essa trajetória mais leve. Sem vocês, a graduação não teria sido a mesma.

Ao meu orientador, Danilo, agradeço pela confiança, pelas oportunidades concedidas, pelo incentivo, pela paciência em cada reunião e por todo o conhecimento compartilhado ao longo desses anos.

Às minhas companheiras de experimento, Fernanda e Maria Eduarda (Espóra), obrigada pelo companheirismo, apoio e parceria durante todas as etapas do experimento, das análises e do desenvolvimento deste estudo.

A todos os colegas de setor, agradeço pelos aprendizados técnicos e pessoais que levarei para a vida, e ao seu Servidone, pelas conversas, ensinamentos e momentos compartilhados.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pelo auxílio financeiro para o desenvolvimento desta pesquisa – 2024/21137-9.

Por fim, agradeço às pessoas que, além do Eduardo e do Artur, foram fundamentais nessa caminhada: Rodrigo (Joel), Pedro bezerro, Duda, Marcela, José Pedro (Di-Barro) e Matheus. Cada um contribuiu, de alguma forma, para minha formação e para tornar os dias mais leves. Um agradecimento especial à Ariany, por me estender a mão e ter aceitado fazer parte de mais uma etapa dessa trajetória. A presença de vocês fez diferença nesse caminho.

Com amor e carinho,
Muito obrigada!

ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Terminação Intensiva em Pasto	3
2.2 Adaptação a dietas de alta energia	4
2.3 Saúde cecal	5
2.3.1 Anatomia e fisiologia cecal.....	5
2.3.2 Absorção de ácidos graxos de cadeia curta e histologia do epitélio cecal	6
2.3.3 Acidose cecal.....	8
3 MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1 Declaração de Ética.....	10
3.2 Animais e local do estudo.....	10
3.3 Delineamento experimental e tratamentos	11
3.4 Descrição da alimentação e do manejo	12
3.5 Avaliação cecal	13
3.6 Análise estatística.....	14
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
5 CONCLUSÕES	17
6 RESUMO	17
7 ABSTRACT	18
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

ABREVIATÖES

AGCC – Ácidos graxos de cadeia curta

BW – Body Weight

IPF – Intensive Pasture Finishing

LPS – Lipopolissacarídeos

PC – Peso corporal

TIP – Terminação Intensiva em Pasto

TABELAS

Tabela 1. Características e composição química da pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu pastejada por bovinos Nelore.

Tabela 2. Ingredientes e composição química do concentrado fornecido a bovinos Nelore terminados em Terminação Intensiva em Pasto.

Tabela 3. Escore de lesão cecal e profundidade de criptas do ceco de bovinos Nelore submetidos a diferentes protocolos de adaptação a dieta de Terminação Intensiva a Pasto.

1 INTRODUÇÃO

A terminação de bovinos de corte no Brasil é realizada predominantemente em sistemas de pastagem, os quais são responsáveis por mais de 80% dos animais abatidos a cada ano, enquanto apenas cerca de 20% provêm de confinamentos (ABIEC, 2025). A produção de carne bovina em sistemas de pastagem apresenta importantes vantagens, tais como redução nos custos de alimentação, maior reciclagem de nutrientes e melhores condições para que os animais manifestem comportamentos naturais, favorecendo simultaneamente a eficiência econômica e o bem-estar animal (Souza de Almeida et. al., 2023; Temple & Manteca, 2020).

Contudo, a estacionalidade forrageira é marcada por períodos de alta produção de pastagens durante a estação chuvosa e baixa disponibilidade na estação seca, sendo, portanto, um dos principais desafios para a pecuária brasileira (Barbero et al., 2014). Durante o período seco, a qualidade nutricional do pasto diminui consideravelmente, afetando o ganho de peso e o desempenho animal. Nesse contexto, o sistema de terminação intensivo em pasto (**TIP**) surge como solução prática e eficiente, e que permite o uso estratégico de alimentos concentrados que compensam a redução na qualidade do volumoso. Assim, a TIP não apenas garante a manutenção do desempenho animal, mas também otimiza o uso das áreas de pastagem, o que resulta em aumento da taxa de lotação mesmo em períodos críticos (Ferreira, 2021).

Apesar de seus benefícios, a TIP apresenta desafios relacionados à adaptação dos bovinos a dietas ricas em concentrado. O alto consumo de alimentos de rápida digestão (1,5% - 2,2% do peso vivo), combinado com a falta de controle sobre o consumo de volumoso, pode resultar em distúrbios metabólicos, como acidose ruminal e cecal, especialmente se não forem adotados protocolos de adaptação adequados.

O ceco, importante compartimento do intestino grosso, diferencia-se do rúmen pela ausência de protozoários, pela falta de tamponamento salivar e pela presença de muco no epitélio, o que influencia diretamente os mecanismos de regulação do pH (Zebeli e Metzler-Zebeli, 2012). Altas cargas de amido no ceco

pode sobrecarregar a capacidade fermentativa e absorativa deste compartimento, e levar a quadros de acidose cecal (Pinto et al., 2020).

Em condições de acidose cecal, a queda do pH pode provocar diarreia, hipersecreção de muco e lesões no epitélio, reduzindo a eficiência de absorção dos ácidos graxos de cadeia curta (**AGCC**), a ingestão de matéria seca e, conseqüentemente, o desempenho animal (Plaizier et al., 2008).

Animais bem adaptados às dietas de alta energia, não apresentam efeitos adversos quando ingerem grandes quantidades de ingredientes concentrados (Counette & Prins, 1981). Estudos indicam que o período mínimo de adaptação de bovinos confinados a dietas de alta energia deve ser de 14 dias, sendo que o protocolo de escada é o mais utilizado no Brasil e considerado o mais seguro (Parra et al., 2019; Barducci et al., 2019; Estevam et al., 2020; Perdigão et al., 2018; Silvestre e Millen, 2021). Porém, a falta de estudos que estabeleçam um protocolo de adaptação para TIP, faz com que eles sejam adotados de forma empírica pelos nutricionistas. Dessa forma, os protocolos para confinamento podem não servir para sistema de TIP, pois a ingestão de volumoso ocorre de forma separada, fazendo com que ocorra maior velocidade de ingestão do concentrado afetando a dinâmica ruminal e conseqüentemente o funcionamento do ceco (Gressley et al., 2011).

Sendo assim, torna-se fundamental o desenvolvimento de protocolos de adaptação próprios para TIP, pois a histologia e o aparecimento de lesões cecais, são importantes indicadores de adaptação e desempenho do animal. Por isso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as características histológicas e incidência de lesões cecais de bovinos Nelore submetidos a diferentes protocolos de adaptação às dietas de Terminação Intensiva em Pasto – TIP. Sendo hipotetizado que bovinos Nelore em sistema TIP necessitariam de pelo menos 21 dias de adaptação para prevenir efeitos adversos sobre as características histológicas e lesões cecais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Terminação Intensiva em Pasto

A pecuária de corte brasileira é predominantemente desenvolvida em sistemas baseados em pastagens tropicais, sustentados principalmente por áreas cultivadas com espécies dos gêneros *Urochloa* e *Megathyrsus* (Jank et al., 2014; Pedreira et al., 2017). Embora a extensão dessas áreas tenha diminuído ao longo dos últimos anos, a atividade apresentou ganhos expressivos em eficiência. Em 2024, estimou-se que o país possuía aproximadamente 160 milhões de hectares destinados a pastagens, valor cerca de 11% inferior ao registrado duas décadas antes. Ainda assim, nesse mesmo intervalo, a produtividade pecuária apresentou incremento superior a 70%, passando de 2,8 para valores próximos de 5 arrobas por hectare ao ano, resultado associado à adoção de tecnologias e ao aperfeiçoamento dos sistemas de produção (ABIEC, 2025).

Apesar desse avanço, a produção animal em ambientes tropicais continua sendo influenciada pela dinâmica climática anual. A distribuição irregular das chuvas entre as estações favorece maior crescimento das forrageiras nos meses mais úmidos e limita sua produção durante os períodos secos. Para pastagens formadas por *Urochloa* e *Megathyrsus*, estima-se produção anual entre 12 e 18 toneladas de matéria seca por hectare, sendo que aproximadamente quatro quintos desse total são produzidos durante a estação chuvosa (De Freitas Barbosa et al., 2013; Barbero et al., 2015).

Essa distribuição desigual da produção forrageira provoca oscilações na disponibilidade de alimento ao longo do ano e reduz a capacidade de suporte das áreas de pastejo durante o outono e inverno. Como consequência, torna-se necessário implementar práticas de manejo e suplementação que mantenham o atendimento das exigências nutricionais dos animais, especialmente os submetidos à terminação (Barbero et al., 2021). Entre as alternativas disponíveis, o uso de concentrado tem sido utilizado como ferramenta para compensar a menor oferta de nutrientes provenientes do pasto (Reis et al., 2009).

Nesse cenário, destaca-se a TIP, sistema que tem ganhado espaço na pecuária nacional por permitir elevar o desempenho animal sem retirar os bovinos do ambiente de pastejo. Nessa estratégia, os animais recebem concentrado em cochos instalados na própria área de pastagem, normalmente quantidade correspondente a 1,5-2,0% do peso vivo durante o período de terminação (Rosanova et al., 2025).

Além da TIP contribuir para maior eficiência produtiva e desempenho dos animais devido a utilização de ingredientes com disponibilidade de carboidrato rapidamente fermentável e proteína, essa estratégia permite que os animais expressem suas atividades naturais, como deslocamento e pastejo (Temple; Manteca, 2020) e favorece processos de reciclagem de nutrientes, reduzindo a dependência de fertilizantes químicos (Souza de Almeida et al., 2023). Dessa forma, a TIP surge como uma alternativa capaz de combinar produtividade, eficiência e sustentabilidade na bovinocultura brasileira (Greenwood, 2021; ABIEC, 2025).

2.2 Adaptação a dietas de alta energia

Nos sistemas de TIP, os bovinos passam por uma importante mudança no padrão alimentar em relação às etapas anteriores do ciclo de produção, caracterizada pelo aumento da participação de concentrado na dieta (Brown et al., 2006). Em razão dessa transição para dietas com maior densidade energética, torna-se necessária a implementação de um período de adaptação nutricional capaz de promover ajustes fisiológicos e metabólicos que permitam a manutenção da funcionalidade ruminal e reduzam o risco de distúrbios digestivos (Estevam et al., 2020).

Considerando os riscos associados às dietas de eleva fermentabilidade, diferentes estudos realizados no Brasil buscaram estabelecer protocolos de adaptação para bovinos terminados em confinamento. Entre as estratégias disponíveis, o protocolo step-up, baseado no aumento gradual da proporção de concentrado na dieta ao longo do período adaptativo, consolidou-se como método mais utilizado por apresentar maior segurança nutricional. Atualmente, considera-se que períodos inferiores a 14 dias podem limitar a adaptação

adequada dos animais (Parra et al., 2019; Barducci et al., 2019; Estevam et al., 2020; Perdigão et al., 2018; Monsalve e Millen, 2025).

Ao comparar diferentes durações de adaptação, Parra et al., (2019) observaram que animais adaptados por 14 dias apresentaram desempenho superior ao final do confinamento quando comparados àqueles submetidos a 21 dias, resultando em aumento de 2,5% no peso de carcaça. Em outro estudo, Barducci et al. (2019) avaliaram a redução do protocolo de adaptação de 14 para 9 dias, porém não identificaram ganhos adicionais em desempenho animal, indicando que períodos muito curtos podem comprometer a resposta adaptativa.

Apesar do avanço no conhecimento sobre adaptação alimentar em sistemas confinados, ainda não existem estudos que validem protocolos específicos para bovinos submetidos à terminação intensiva a pasto no Brasil. Na prática, produtores têm adotado estratégias semelhantes às utilizadas em confinamento. Entretanto, essa extrapolação pode não representar a condição ideal para sistemas TIP, principalmente devido à dificuldade em estimar o consumo individual de forragem e à ausência de informações sobre os níveis mínimos de fibra necessários para preservar o equilíbrio fermentativo e o funcionamento adequado do trato digestório. Dessa forma, o desenvolvimento de protocolos específicos para TIP torna-se uma etapa necessária para aumentar a eficiência produtiva e econômica do sistema, sem comprometer a saúde e o bem-estar dos animais.

2.3 Saúde cecal

2.3.1 Anatomia e fisiologia cecal

O ceco constitui o segmento inicial do intestino grosso e está localizado na transição entre o intestino delgado e o intestino grosso. Anatomicamente, apresenta formato sacular com extremidade fechada, caracterizando uma estrutura em fundo cego associada a um divertículo intestinal (Ribeiro et al., 2025). Além de integrar o trato digestório posterior, esse compartimento desempenha papel complementar nos processos fermentativos dos ruminantes, participando da transformação dos substratos remanescentes da digestão, formação de produtos da fermentação e da reabsorção de água, contribuindo

diretamente para a formação do conteúdo fecal (Dixon e Nolan, 1982; Grond et al., 2021; Li et al., 2025).

Em bovinos, o ceco apresenta comprimento médio próximo de 0,55 metros, podendo variar entre 0,51 e 0,58 metros em animais de diferentes grupos genéticos, incluindo raças zebuínas e taurinas. Apesar de representar aproximadamente 2,8% da capacidade total do trato gastrointestinal, esse compartimento exerce funções relevantes relacionadas à fermentação intestinal (Ribeiro et al., 2025).

Do ponto de vista fisiológico, o ambiente cecal apresenta propriedades semelhantes às observadas no rúmen, o que favorece a atividade microbiana local. Entre essas características destacam-se condições relativamente estáveis de temperatura, presença contínua de digesta com elevado teor de umidade, mistura promovida pela motilidade intestinal e pH adequado à fermentação (Stevens et al., 1980; McNeil, 1988; Hume, 1997; Gressley et al., 2011).

2.3.2 Absorção de ácidos graxos de cadeia curta e histologia do epitélio cecal

Do ponto de vista funcional, o ceco abriga uma microbiota predominantemente anaeróbia, altamente ativa na fermentação dos substratos que escapam da digestão prévia do rúmen no intestino delgado. Essa fermentação resulta na produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), além de amônia, metano e biomassa microbiana (Nolan, 1975; Stevens et al., 1980; Gressley et al., 2011). Apesar dessa atividade, a contribuição energética do intestino posterior é relativamente limitada, correspondendo a aproximadamente 5 a 10% da energia requerida pelo hospedeiro, enquanto a fermentação cecal representa cerca de 8,6% da energia metabolizável total, valor muito inferior ao fornecido pelo rúmen (Siciliano-Jones e Murphy, 1989; Popova et al., 2017). Isso ocorre porque os substratos que atingem o ceco já passaram por intensa degradação ruminal e digestão enzimática, além do tempo de retenção reduzido nesse compartimento (Ribeiro et al., 2025).

Ainda assim, a fermentação cecal pode exercer influência sobre a eficiência alimentar dos bovinos. Estudos indicam que animais mais eficientes

apresentam maior proporção de acetato e menor concentração de butirato no conteúdo cecal, sugerindo maior aproveitamento desse último pelo epitélio para manutenção e renovação tecidual, o que pode contribuir para melhor desempenho produtivo (Welch et al., 2020). Além disso, a atividade fermentativa do intestino posterior também participa da emissão de gases, sendo responsável por parte do metano entérico produzido nos bovinos (Immig, 1996; Gressley et al., 2011).

A absorção dos AGCC ocorre principalmente no próprio ceco, sendo que cerca de 95% desses compostos são absorvidos localmente pelo epitélio intestinal (Ribeiro et al., 2025). A taxa de absorção varia conforme o tipo de ácido, seguindo a ordem butirato, propionato e acetato, sendo o butirato o principal substrato energético para a mucosa cecal (Myers et al., 1967; McNeil, 1988). Esse composto exerce papel fundamental na manutenção da integridade epitelial, estimulando a renovação celular e o desenvolvimento das criptas intestinais, além de favorecer processos anti-inflamatórios e a função de barreira da mucosa.

Embora tanto o rúmen quanto o ceco sejam importantes sítios de fermentação microbiana e absorção de AGCC, seus epitélios apresentam diferenças estruturais e funcionais marcantes (Stevens et al., 1980; Gressley et al., 2011). O epitélio ruminal é classificado como pavimentoso estratificado queratinizado, organizado em múltiplas camadas celulares que conferem maior resistência mecânica e química às variações do ambiente luminal, além de apresentar papilas que ampliam significativamente a superfície de absorção dos AGCC (Steele et al., 2011; Steele et al., 2016). Em contraste, o epitélio cecal é constituído por epitélio colunar simples, formado por uma única camada de células organizadas em criptas de Lieberkühn, característica que favorece elevada capacidade absorptiva, porém torna esse tecido mais susceptível às alterações do pH e às injúrias provocadas pelo excesso de fermentação (Peterson & Artur, 2014; Hamilton et al., 2018). Dessa forma, enquanto o rúmen apresenta adaptações estruturais capazes de suportar oscilações fermentativas decorrentes de dietas ricas em concentrado, o epitélio cecal possui menor proteção frente à acidificação luminal, tornando-se mais vulnerável ao

desenvolvimento de lesões inflamatórias (Gressley et al., 2011; Steele et al., 2016).

Em decorrência dessa organização estrutural, a mucosa do ceco é composta por epitélio colunar simples, recoberto por uma camada de muco que atua como barreira protetora entre o conteúdo luminal e as células epiteliais. Esse epitélio é formado por diferentes tipos celular, incluindo enterócitos absorptivos, células caliciformes, células enteroendócrinas e células associadas à resposta imune, organizadas em estruturas denominadas criptas de Lieberkuhn (Peterson; Artis, 2014; Hamilton et al., 2018). Nessas criptas ocorre intensa atividade de renovação celular, na qual células-tronco dão origem a novas células que migram em direção ao lúmen, processo fortemente dependente da disponibilidade de energia derivada principalmente do butirato.

A camada de muco que reveste o intestino posterior é composta por mucinas e moléculas de defesa produzidas principalmente por células caliciformes e outras células epiteliais, desempenhando papel essencial na proteção da mucosa contra a microbiota luminal (Kim; Ho, 2010; Johansson et al., 2011). Em condições fisiológicas, o pH do ceco e do cólon varia entre 6,6 e 7,5, faixa considerada adequada para a estabilidade dessa barreira. No entanto, a regulação do pH nesse compartimento é mais limitada do que no rúmen, dependendo principalmente da motilidade intestinal e da absorção de AGCC associada ao fluxo de bicarbonato sanguíneo, sem a presença de mecanismos adicionais como tamponamento salivar ou ação de protozoários (Gressley; Hall; Armentano, 2011; Steele et al., 2016).

2.3.3 Acidose cecal

O aumento da densidade energética das dietas utilizadas na bovinocultura intensiva tem elevado significativamente a oferta de amido aos animais. Embora grande parte desse carboidrato seja fermentada no rúmen, uma fração crescente passa a escapar desse compartimento conforme aumenta sua inclusão na dieta, alcançando segmentos posteriores do trato gastrointestinal (Rocha et al., 2022). Esse fenômeno pode ser potencializado por fatores como moagem intensa dos grãos e redução do tamanho das partículas, que aceleram a disponibilidade do

substrato fermentável e modificam a dinâmica digestiva intestinal (Owens et al., 2016).

Ao atingir o intestino posterior, especialmente o ceco, o amido remanescente é submetido à fermentação microbiana com consequente formação de AGCC. Esses compostos podem ser absorvidos pelo epitélio cecal tanto por difusão quanto por mecanismos relacionados às trocas de bicarbonato entre o sangue e o lúmen intestinal (Myers et al., 1967; Argenzio et al., 1975; Kirat e Kato, 2006). Entretanto, quando comparado ao rúmen, o ceco apresenta menor capacidade de absorver esses produtos fermentativos devido às suas características estruturais e fisiológicas, incluindo área absorptiva reduzida, ausência do efeito tamponante da saliva e menor participação de mecanismos biológicos envolvidos na estabilização do ambiente luminal (Gressley et al., 2011; Cardoso et al., 2013; Li et al., 2025). Nessas condições, a produção de AGCC pode superar a capacidade local de remoção, favorecendo a redução progressiva do pH.

A diminuição do pH no ambiente cecal pode resultar no desenvolvimento da acidose cecal, condição que ocorre em valores relativamente elevados quando comparados à acidose ruminal, geralmente entre pH 6,0 e 6,6 (Owens et al., 1998). Isso ocorre porque o revestimento epitelial do ceco apresenta menor resistência às alterações químicas do meio. Dessa forma, exposições frequentes ou prolongadas a ambientes acidificados favorecem danos celulares graduais, reduzindo a funcionalidade do epitélio e alterando mecanismos fisiológicos essenciais para a manutenção da integridade intestinal (Steele et al., 2011; Steele et al., 2016).

Além dos efeitos diretos da acidificação, o ambiente cecal alterado também promove mudanças na microbiota local. Como o epitélio cecal não possui a mesma organização protetora observada no rúmen, o aumento da disponibilidade de lipopolissacarídeos (**LPS**) associado à instabilidade da camada mucosa, favorecem sua passagem através da barreira intestinal (Li et al., 2012; Steele et al., 2016). Uma vez no organismo, os LPS atuam estimulando vias inflamatórias que intensificam o dano tecidual e comprometem ainda mais a homeostase intestinal.

A progressão dessas alterações compromete a seletividade da barreira epitelial e facilita o deslocamento de microrganismos e metabólitos potencialmente nocivos para a circulação sistêmica. Paralelamente, observa-se aumento da proliferação de espécies bacterianas com elevado potencial inflamatório, como *Escherichia coli*, o que amplia a intensidade da resposta imunológica local (Sonesson et al., 1994; Van Kessel et al., 2002; Li et al., 2011). Como mecanismo compensatório, ocorre maior secreção de muco, ativação de componentes imunes intestinais e aumento da produção de substâncias antimicrobianas, elevando o gasto energético do animal e podendo comprometer indicadores produtivos e sanitários (O'Hara et al., 2020; Sanz-Fernandez et al., 2020).

Em razão da dificuldade de acesso experimental ao ceco, a identificação da acidose cecal frequentemente depende da avaliação indireta de parâmetros fecais. Alterações como maior umidade nas fezes, presença de espuma, aumento na produção de muco e eliminação de estruturas mucosas ou fibrinosas tem sido associadas ao aumento da fermentação no intestino posterior e ao comprometimento da integridade epitelial (Plaizier et al., 2008; Ribeiro et al., 2025).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Declaração de Ética

Todos os procedimentos envolvendo o uso de animais neste estudo foram conduzidos de acordo com as diretrizes do Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual Paulista (UNESP), sob o protocolo nº 003837/24.

3.2 Animais e local do estudo

O estudo foi conduzido na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus Jaboticabal, São Paulo, Brasil (Lat: 21°14'05" S; Long: 48°17'09"W; Alt: 616,01m). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Tropical de Savana, caracterizado por um inverno seco (junho a agosto) e um verão chuvoso (dezembro a fevereiro) (André; Garcia, 2015).

A área experimental consistiu em quatro piquetes (2,5 ha cada) estabelecidos com *Urochloa brizantha* cv. Marandu. Todos os piquetes foram equipados com bebedouros e cochos individuais do tipo Calan Gate, permitindo o controle e a individualização da ingestão de concentrado ao longo do estudo.

O experimento teve duração de 111 dias (três períodos de 28 dias e um período de 27 dias), de agosto a dezembro de 2024. Foram utilizados 28 touros Nelore de 25 meses de idade, com peso corporal inicial de $337 \pm 3,98$ kg.

Antes do início do estudo, os animais foram identificados, vermifugados e submetidos a um período de treinamento de 47 dias para adaptação ao sistema *Calan Gate*. Durante essa fase, os touros foram alimentados com silagem de milho *ad libitum* e receberam um suplemento mineral-vitamínico (80 a 100 g /animal/dia).

3.3 Delineamento experimental e tratamentos

Os animais foram agrupados de acordo com o peso corporal inicial antes de serem alocados aleatoriamente a um dos quatro piquetes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu (n = 7 por piquete). Os tratamentos experimentais foram definidos por diferentes estratégias de adaptação à alimentação com concentrado (todos os tratamentos foram representados em cada piquete).

Os tratamentos experimentais consistiram em: 1) Um período de adaptação de 21 dias, no qual os touros iniciaram com um fornecimento inicial de concentrado equivalente a 0,5% do peso corporal (**PC**). A quantidade de concentrado foi aumentada diariamente em incrementos iguais (0,0715% do PC por dia) até atingir 2,0% do PC ao final dos 21 dias (AD2105; n = 10). 2) Um período de adaptação de 14 dias, no qual os touros iniciaram com um fornecimento inicial de concentrado equivalente a 0,5% do peso corporal. A quantidade de concentrado foi aumentada diariamente em incrementos iguais (0,1071% do peso corporal por dia) até atingir 2,0% do peso corporal ao final dos 14 dias (AD1405; n = 9). 3) Um período de adaptação de 14 dias, no qual os touros começaram com um fornecimento inicial de concentrado de 1,0% do peso corporal. A quantidade de concentrado foi aumentada diariamente em

incrementos iguais (0,0715% do peso corporal por dia) até atingir 2,0% do peso corporal no final dos 14 dias (AD1 410; n = 9).

3.4 Descrição da alimentação e do manejo

Foi adotado um sistema de lotação contínua com taxa de lotação variável. A massa de forragem e a composição química da pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu durante o período experimental estão apresentados na Tabela 1. O aumento do teor de proteína bruta observado nos dois últimos períodos experimentais pode estar relacionado ao início das chuvas na região. A maior disponibilidade de água favorece a retomada da atividade fotossintética e o crescimento vegetativo, promovendo a emissão de folhas e perfilhos jovens, que apresentam maior concentração proteínas e menor deposição de lignina (Da Silva et al., 2007).

Tabela 1. Características e composição química da pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu pastejada por bovinos Nelore.

Dias	Período de estudo			
	0-28 ¹	29-56 ²	57-84 ³	85-111 ⁴
Características da <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu				
Altura (cm)	41,56	38,57	35,04	31,43
Disponibilidade de matéria seca (ton/ha)	2,79	2,13	1,44	1,17
Composição química (% de matéria seca) ⁵				
Matéria seca	85,83	88,05	86,41	57,64
Matéria orgânica	94,06	93,44	90,74	88,74
Cinzas	5,94	6,56	9,26	11,26
Proteína bruta	5,89	5,69	16,99	17,40
Fibra insolúvel em detergente neutro	79,55	78,44	62,04	58,00
Extrato de etéreo	2,75	1,44	2,63	3,93
Amido	1,54	0,54	1,72	0,78

¹Dias 0–28: 13 de agosto a 9 de setembro de 2024; ²Dias 29–56: 10 de setembro a 7 de outubro de 2024; ³Dias 57– 84: 8 de outubro a 4 de novembro de 2024; ⁴Dias 85–111: 5 de novembro a 1º de dezembro de 2024. ⁵A pastagem foi amostrada utilizando técnica de pastejo simulado para avaliar a composição química da forragem.

A dieta experimental foi formulada de acordo com as recomendações do NASEM (2016), nível 2, para um ganho médio diário de 1,5 kg. Após o período de adaptação, os animais receberam concentrado correspondente a aproximadamente 2,0% do peso vivo (PV), fornecido duas vezes ao dia: às 6h30 (40% da quantidade total da dieta) e às 13h00 (60% da quantidade total da dieta).

A leitura dos cochos foi realizada diariamente, e a quantidade de concentrado fornecida a cada animal foi ajustada diariamente com base na quantidade de sobras observadas. A composição final da dieta foi definida com base nas análises químicas da forragem proveniente dos piquetes experimentais e dos ingredientes da dieta antes do início do estudo (Tabela 2).

As sobras de alimento foram mantidas em 5% da quantidade oferecida e pesadas diariamente.

Tabela 2. Ingredientes e composição química do concentrado fornecido a bovinos Nelore terminados em Terminação Intensiva em Pasto.

Ingredientes	(% de matéria seca)
Milho finamente moído	58,62
Casca de soja	24,62
Torta de algodão	10,55
Farelo de soja	2,93
Ureia	0,35
Suplemento mineral ¹	2,93
Composição química	
Matéria seca	88,33
Matéria orgânica	94,03
Cinzas	5,97
Proteína bruta	14,71
Fibra insolúvel em detergente neutro	26,77
Fibra fisicamente efetiva	10,26
Extrato etéreo	4,55
Amido	40,90

¹ Suplemento mineral: valores contidos (por kg): cálcio 200 g, fósforo 60 g, sódio 86 g, magnésio 6,0 g, enxofre 45 g, iodo 70 mg, selênio 20 mg, cobalto 3,2 mg, manganês 800 mg, flúor 600 g, cobre 1000 mg, zinco 3700 mg, monensina sódica 1000 mg.

3.5 Avaliação cecal

A avaliação das lesões no ceco foi realizada após a evisceração dos bovinos, e todo ceco lavado foi pontuado. O epitélio cecal foi classificado de acordo com a presença de inflamações, lesões e petéquias usando uma escala de 0 (sem lesões notadas) a 10 (lesões graves em 100% do compartimento) adaptada de Bigham & McManus (1975). Todos os cecos foram pontuados por 2 indivíduos treinados, sem conhecimento dos tratamentos e os dados finais representaram a média dos 2 escores. Um fragmento de 1 cm² foi coletado do centro do epitélio do ceco para avaliação histológica, o qual foi preservado em solução tamponada

de paraformaldeído 4% até as análises (Devant et al., 2016). As amostras de tecido foram desidratadas e embebidas em parafina, seccionadas a 8 µm e coradas com hematoxilina e eosina. Medidas histológicas como profundidade de cripta, número de enterócitos e células de Goblet (produtoras de muco) foram determinadas em 10% do número total de criptas por animal, usando um Leica Qwin Image Analyzer dentro de um microscópio eletrônico de luz Leica.

3.6 Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados completos, sendo o peso vivo inicial (PV) utilizado como critério para a formação dos blocos. Cada animal foi considerado uma unidade experimental neste estudo (n = 28).

Antes da realização da análise de variância, foram efetuados testes de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk e Kolmogorov-Smirnov) e testes de heterocedasticidade. Os dados de todas as variáveis-resposta obtidas neste estudo foram analisados utilizando o procedimento PROC MIXED do software SAS (2003). O teste de Tukey foi empregado para a comparação entre médias, sendo consideradas diferenças significativas quando $p \leq 0,05$.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os animais adaptados em 14 dias (AD14d05% e AD14d1%) apresentaram maiores índices de lesões cecal em relação aos animais adaptados em 21 dias (AD21d05%). Porém, a profundidade das criptas não apresentou diferenças estatísticas em relação aos tratamentos.

Tabela 3. Escore de lesão cecal e profundidade de criptas do ceco de bovinos nelore submetidos a diferentes protocolos de adaptação a dieta de terminação intensiva a pasto

Variáveis	Tratamentos			EPM ⁴	Valor de P
	AD21d05% ¹	AD14d05% ²	AD14d1% ³		
Escore de lesões cecais	1,11 ^b	2,71 ^a	2,71 ^a	0,365	<0,01
<i>Histologia cecal</i>					
Profundidade de criptas (µm)	76,77	79,27	72,83	3,291	0,37
Enterócitos (n)	19,07	19,70	18,15	0,491	0,07
Células de Goblet (n)	1,67 ^a	1,36 ^b	1,60 ^a	0,068	<0,01

Células de Goblet rompidas (n)	0,28	0,27	0,31	0,022	0,48
--------------------------------	------	------	------	-------	------

^{a,b,c} Letras diferentes na mesma linha, diferem significativamente pelo teste de Tukey com 5% de significância. ¹Adaptação em 21 dias, com oferta inicial de concentrado a 0,5% do peso vivo e incrementos diários iguais (0,0715% do peso vivo) até atingir 2,0% do peso vivo ao final da adaptação (10 repetições). ²Adaptação em 14 dias, com oferta inicial de concentrado a 0,5% do peso vivo e incrementos diários iguais (0,1071% do peso vivo) até atingir 2,0% do peso vivo ao final da adaptação (9 repetições). ³Adaptação em 14 dias, com oferta inicial de concentrado a 1,0% do peso vivo e incrementos diários iguais (0,0715% do peso vivo) até atingir 2,0% do peso vivo ao final da adaptação (9 repetições). ⁴Erro Padrão da Média.

O número de células de Goblet não diferiu estatisticamente entre os animais dos tratamentos AD21d05%¹ e AD14d1%³ e foi maior quando comparados aos animais que receberam o tratamento AD14d05%². Não foram encontrados efeitos dos tratamentos sobre a profundidade de criptas, número de enterócitos e quantidade de células de Goblet rompidas.

O ceco apresenta epitélio colunar simples, diferentemente do rúmen, cujo revestimento é formado por epitélio pavimentoso estratificado queratinizado. Essa diferença estrutural reduz a resistência do epitélio cecal às alterações do ambiente luminal, tornando-o mais susceptível aos efeitos de acidificação decorrente do aumento do fluxo de substratos fermentáveis, o que predispõe os animais ao desenvolvimento de acidose cecal e lesões epiteliais (Steele et al., 2016). Além disso, no ceco, a ausência de tamponamento salivar torna o órgão dependente do influxo de bicarbonato sanguíneo para equilibrar o pH durante a absorção dos AGCC na forma dissociada (Gressley et al., 2011; Steele et al., 2016; Zhang et al., 2018).

Nesse contexto, o processo de renovação e diferenciação celular cecal ocorre por meio de um mecanismo de feedback positivo. O epitélio em constante renovação recebe energia e é substituído a cada 5 a 7 dias (Hamilton et al., 2018). Bovinos adaptados durante 14 dias que receberam 0,5% do peso vivo, tiveram maior consumo diário de concentrado. Essa rápida elevação no aporte de substratos fermentáveis ao ceco provavelmente não permitiu tempo suficiente para a completa maturação e diferenciação celular, mesmo sob estímulo, resultando em uma menor população de células caliciformes (responsáveis pela produção de muco) nesses animais (Hamilton et al., 2018). O muco secretado pelas células caliciformes atua como uma camada protetora extra para o epitélio

cecal. Sendo assim, a redução no número dessas células pode contribuir para o aumento na ocorrência de lesões, conforme verificado no presente estudo (AD14d05%).

Embora tenham sido observadas diferenças no número de células de Goblet e no escore de lesões cecais, a profundidade de criptas não foi alterada pelos tratamentos. Esse resultado sugere que a intensidade da injúria foi suficiente para comprometer a função de proteção da mucosa, mas não para promover alterações morfológicas detectáveis na arquitetura das criptas durante o período experimental. Dessa forma, alterações funcionais do epitélio podem preceder modificações estruturais mais pronunciadas.

Além disso, as lesões também aumentaram em animais adaptados por 14 dias, com fornecimento inicial de concentrado a 1% do peso vivo. Isso demonstra que o tempo de adaptação exerce maior influência sobre as lesões cecais do que o número de células produtoras de muco, reforçando a adaptação gradual às dietas com elevada inclusão de concentrado.

Esses resultados reforçam a importância da adoção de estratégias nutricionais capazes de minimizar o escape de amido para o intestino grosso. A adaptação gradual às dietas com elevada inclusão de concentrado promove modificações na microbiota ruminal, aumento da capacidade absorviva do epitélio e maior eficiência na fermentação dos carboidratos no rúmen, reduzindo a quantidade de amido que alcança o ceco (Brown et al., 2006; Steele et al., 2011; Estevam et al., 2020).

Além disso, o tipo e a intensidade do processamento dos grãos influenciam diretamente o local e a extensão da digestão do amido. Processamentos que aumentam a disponibilidade do amido para a microbiota ruminal tendem a reduzir sua passagem ao intestino grosso; entretanto, quando excessivos e associados à rápida inclusão de concentrado, podem intensificar a fermentação ruminal e aumentar o risco de acidose. Assim, o processamento dos grãos deve ser associado a protocolos adequados de adaptação para otimizar o aproveitamento do amido e minimizar o risco de fermentação excessiva no ceco (Owens et al., 1998; Brown et al., 2006).

Considerando que a Terminação Intensiva em Pasto depende do fornecimento de elevadas quantidades de concentrado para maximizar o desempenho animal, a adoção de protocolos adequados de adaptação constitui uma estratégia essencial para preservar a integridade do epitélio cecal, reduzir a ocorrência de lesões e promover maior saúde gastrointestinal, contribuindo para a sustentabilidade e a eficiência dos sistemas de produção.

5 CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo demonstram que bovinos Nelore em sistema de TIP necessitam de um período mínimo de 21 dias de adaptação às dietas com elevada inclusão de concentrado para reduzir a ocorrência de lesões cecais e favorecer a manutenção da integridade do epitélio. A redução do período de adaptação para 14 dias aumentou a incidência de lesões cecais, independentemente da oferta inicial de concentrado, evidenciando que o tempo de adaptação exerce papel determinante na preservação da saúde intestinal. Embora os animais submetidos ao protocolo com fornecimento inicial de 1,0% do peso vivo (AD14d1%) tenham apresentado maior número de células de Goblet em comparação ao protocolo AD14d05%, esse resultado não foi suficiente para reduzir a ocorrência de lesões, sugerindo que a manutenção da integridade da mucosa depende de múltiplos mecanismos além da produção de muco. Assim, protocolos adequados de adaptação constituem uma estratégia nutricional fundamental para minimizar distúrbios digestivos e promover maior segurança na adoção da TIP.

6 RESUMO

A TIP tem se consolidado como uma alternativa para aumentar a eficiência produtiva da bovinocultura de corte brasileira, especialmente em períodos de menor disponibilidade e qualidade da forragem. Entretanto, o elevado fornecimento de concentrado pode aumentar o risco de distúrbios digestivos, como a acidose cecal, tornando necessária a adoção de protocolos adequados de adaptação. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar as características histológicas e a incidência de lesões cecais em bovinos Nelore

submetidos a diferentes protocolos de adaptação em TIP. O experimento foi conduzido na Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Jaboticabal, utilizando 28 touros Nelore distribuídos em delineamento em blocos casualizados. Foram avaliados três protocolos de adaptação: 1) Adaptação em 21 dias com fornecimento inicial de 0,5% do PC até atingir 2,0% do PC ao final dos 21 dias (AD2105; n = 10; 0,0715% PC/dia); 2) Adaptação em 14 dias com fornecimento inicial de 0,5% do PC até atingir 2,0% do PC ao final dos 14 dias (AD1405; n = 9; 0,1071% PC/dia); 3) Adaptação em 14 dias com fornecimento inicial de 1,0% do PC até atingir 2,0% do PC ao final dos 14 dias (AD1410; n = 9; 0,0715%). Os animais foram alimentados por 111 dias, utilizando cochos individuais do tipo *Calan Gate*. Os resultados demonstraram que animais submetidos aos protocolos de adaptação de 14 dias apresentaram maiores escores de lesão cecal quando comparados aos animais adaptados por 21 dias. Não foram observadas diferenças na profundidade de criptas e no número de enterócitos entre os tratamentos. Em relação às células de Goblet, observou-se menor quantidade nos animais adaptados por 14 dias com oferta inicial de 0,5% do PC. Conclui-se que bovinos Nelore em sistema de TIP necessitam de pelo menos 21 dias de adaptação para reduzir a ocorrência de lesões cecais e favorecer a manutenção da integridade epitelial.

Palavras-chave: histologia cecal; acidose cecal; adaptação; bovinos a pasto.

7 ABSTRACT

Intensive Pasture Finishing (IPF) has been consolidated as an alternative to increase the productive efficiency of Brazilian beef cattle production, especially during periods of lower forage availability and quality. However, the high supply of concentrate may increase the risk of digestive disorders, such as cecal acidosis, making the adoption of appropriate adaptation protocols necessary. In this context, the present study aimed to evaluate histological characteristics and the incidence of cecal lesions in Nelore cattle subjected to different adaptation protocols under an IPF system. The experiment was conducted at São Paulo State University (UNESP), Jaboticabal campus, using 28 Nelore bulls distributed

in a randomized complete block design. Three adaptation protocols were evaluated: 1) adaptation for 21 days with an initial concentrate supply of 0.5% of body weight (**BW**) until reaching 2.0% of BW at the end of the 21 – day period (AD2105; n = 10; 0.0715% BW/day); 2) adaptation for 14 days with an initial concentrate supply of 0.5% of BW until reaching 2.0% of BW at the end of the 14 – day period (AD1405; n = 9; 0.1071% BW/day); 3) adaptation for 14 days with an initial concentrate supply of 1.0% of BW until reaching 2.0% of BW at the end of the 14 – day period (AD1410; n = 9; 0.0715% BW/day). Animals were fed for 111 days using individual *Calan Gate* feeders. Results demonstrated that animals subjected to the 14 – day adaptation protocols presented higher cecal lesion scores compared with animals adapted for 21 days. No differences were observed in crypt depth or enterocyte number among treatments. Regarding Goblet cells, a lower number was observed in animals adapted for 14 days with an initial concentrate supply of 0.5% BW. It was concluded that Nellore cattle under an IPF system require at least 21 days of adaptation to reduce the occurrence of cecal lesions and promote maintenance of epithelial integrity.

Keywords: cecal histology; cecal acidosis; adaptation; pasture-fed cattle.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRÉ, Romisio Geraldo Bouhid; GARCIA, Anice. ALGUNS ASPECTOS CLIMATICOS DO MUNICÍPIO DE JABOTICABAL – SP. **Nucleus**, v. 12, n. 2, 2015.
- ARGENZIO, R. A.; Miller, N.; Engelhardt, W. V. Effect of volatile fatty acids on water and ion absorption from the goat colon. *Am. J. Physiol* 229, 997-1002. 1975.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE (ABIEC). *Beef Report 2025: Brazilian beef profile*. São Paulo: ABIEC, 2025. Disponível em: Beef Report 2025.
- BARBERO, R. P. *et al.* Combining Marandu grass grazing height and supplementation level to optimize growth and productivity of yearling bulls. **Animal Feed Science and Technology**, v. 209, 2015.

BARBERO, R. P. et al., Desempenho de novilhos de corte em pastos de capim-tanzânia sob quatro alturas de desfolha. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 2, 2014.

BARBERO, Rondineli Pavezzi *et al.* Production potential of beef cattle in tropical pastures: a review. **Ciência Animal Brasileira**, v. 22, 2021.

BARDUCCI, R. S.; SARTI, L. M. N.; MILLEN, D. D.; PUTAROV, T. C. 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**, v. 247, p. 222-233, 2019.

BIGHAM, M. L.; MCMANUS, W. R. Whole wheat grain feeding of lambs. V.* Effects of roughage and wheat grain mixtures. *Australian Journal of Agricultural Research*, v. 26, n. 6, p. 1053-1062, 1975.

BROWN, M. S.; PONCE, C. H.; PULIKANTI, R. **Adaptation of beef cattle to high-concentrate diets: performance and ruminal metabolism. Journal of animal Science**, 2006.

CARDOSO, M. G.; Marques, C. A.; Silva, A. F.; Rocha, M. F. G. Morphologic evaluation of the abomasum and cecum-colon of bovines. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec* 65, 346-352. 2013.

COUNOTTE, Guillaume H.; PRINS, R. A. Regulation of lactate metabolism in the rumen. *Veterinary research communications*, v. 5, n. 2, p. 101-115, 1981.

DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JÚNIO, D. **Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo**. Revista Brasileira de Zootecnia, 2007.

DE FREITAS BARBOSA, Marco Aurélio *et al.* Produção de forragem e composição estrutural de pastos de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés manejados em diferentes alturas de pastejo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6 SUPPL. 2, 2013.

DEVANT, M. *et al.* Behavior and inflammation of the rumen and cecum in Holstein bulls fed high-concentrate diets with different concentrate presentation forms with or without straw supplementation. **Journal of Animal Science**, v. 94, n. 9, 2016.

DIXON, R. M.; Nolan, J. V. Studies of the large intestine of sheep: fermentation and absorption in sections of the large intestine. *Br. J. Nutr* 47, 289-300. 1982.

ESTEVAM, D. D. *et al.* Feedlot performance and rumen morphometrics of Nellore cattle adapted to high-concentrate diets over periods of 6, 9, 14 and 21 days. **Animal**, v. 14, n. 11, p. 2298-2307, 1 jan. 2020.

FERREIRA, Hygor Augusto Matos. **Terminação de Bovinos de corte: desempenho Produtivo e Econômico com o uso da Terminação Intensiva a Pasto (TIP)**. 2021.

GREENWOOD, Paul L. **Review: An overview of beef production from pasture and feedlot globally, as demand for beef and the need for sustainable practices increase**. **Animal**, 2021.

GRESSLEY, T. F.; HALL, M. B.; ARMENTANO, L. E. Ruminant nutrition symposium: Productivity, digestion, and health responses to hindgut acidosis in ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 89, n. 4, 2011.

HAMILTON, Carly A. *et al.* Development of in vitro enteroids derived from bovine small intestinal crypts. **Veterinary Research**, v. 49, n. 1, 2018.

HUME, I. D. Fermentation in the hindgut of mammals. In: Mackie, R. I., White, B. A. (Eds.), *Gastrointestinal Microbiology*, Gastrointestinal Microbiology, 1. Chapman & Hall, New York, pp. 175-210. 1997.

IMMIG, I. The rumen and hindgut as source of ruminant methanogenesis. *Env. Monit. Assess* 42, 57-72. 1996.

JANK, Liana *et al.* The value of improved pastures to Brazilian beef prodction. In: 2014.

JOHANSSON, M. E.; Ambort, D.; Pelaseyes, T.; Schutte, A.; Gustafsson, J. K.; Ermund, A.; Hansson, G. C. Composition and functional role of the mucus layers in the intestine. *Cell. Mol. Life Sci.* 68 (22), 3635-3641. 2011.

KIM, Young S.; HO, Samuel B. **Intestinal goblet cells and mucins in health and disease: Recent insights and progress**. **Current Gastroenterology Reports**, 2010.

KIRAT, D.; Kato, S. Monocarboxylate transporter 1 (MCT1) mediates transport of short-chain fatty acids in bovine cecum. *Exp. Physiol.* 91 (5), 835-844. 2006.

LI, Q.; Huo, J.; Ni, G.; Zhang, S.; Zhang, X.; Whang, R.; Jiao, J.; Yu, Z.; Pu, X.; Yue, Y.; Ungerfeld, E. M.; Zhang, X.; Wu, J.; Tan, Z.; Grening, C.; Wang, M.

Reductive acetogenesis is a dominant process in the ruminant hindgut. *Microbiome* 13 (1), 28. 2025.

LI, S.; Khafipour, E.; Krause, D. O.; Kroeker, A.; Rodriguez-Lecompte, J. C.; Gozho, G. N.; Plaizier, J. C. Effects of subacute ruminal acidosis challenges on fermentation and endotoxins in the rumen and hindgut of dairy cows. *J. Dairy Sci* 95 (1), 294-303. 2012.

LI, S.; Plaizier, J. C.; Khafipour, E.; Krause, D. O. Effects of subacute ruminal acidosis challenges on bacteria in the digestive tract of dairy cows. *J. Dairy Sci* 94, 624. 2011.

MCNEIL, N. I. Nutritional implications of human and mammalian large intestinal function. *World Ver. Nutr. Diet* 56, 1-42. 1988.

MONSALVE, Julia Gabrielle; MILLEN, Danilo Domingues. A snapshot of nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil in 2023. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 12, 2025.

MYERS, L. L., Jackson, H. D., Packett, L. V. Absorption of volatile fatty acids from the cecum of sheep. *J. Anim. Sci* 26 (6), 1450-1458. 1967.

NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, ENGINEERING, AND MEDICINE (NASEM). *Nutrient requirements of beef cattle*. 8. rev. ed. Washington: National Academies Press, 2016. DOI: <https://doi.org/10.17226/19014>.

NOLAN, J. V. Quantitative models of nitrogen metabolism in sheep (Eds.). In: McDonald, I. W., Warner, A. C. I. (Eds.) *Digestion and Metabolism in the Ruminant*. The University of New England Publishing Unit, Armidale, pp. 416-431. 1975.

O'HARA, E.; Neves, A. L.; Song, Y.; Guan, L. L. The role of the gut microbiome in cattle production and health: driver or passenger? *Annu, Ver, Anim, Biosci* 8, 199-220. 2020.

OWENS, C. E.; Zinn, R. A.; Hassen, A.; Owens, F. N. Mathematical linkage of total-tract digestion of starch and neutral detergent fiber to their fecal concentrations and the effect of site of starch digestion on extent of digestion and energetic efficiency of cattle. *Prof. Anim. Sci.* 32 (5), 531-549. 2016.

OWENS, F. N. *et al.* **Acidosis in Cattle: a Review** *Journal of Animal Science*, 1998.

PARRA, F. S. *et al.* Nellore bulls in Brazilian feedlots can be safely adapted to high-concentrate diets using 14-day restriction and step-up protocols. **Animal Production Science**, v. 59, n. 10, 2019.

PEDREIRA, Carlos G. S. *et al.* Herbage accumulation and organic reserves of palisadegrass in response to grazing management based on canopy targets. **Crop Science**, v. 57, n. 4, 2017.

PERDIGÃO, A.; MILLEN, D. D.; BRICHI, A. L. C.; VICARE, D. V. F., FRANZÓI, M. C. S.; BARDUCCI, R. S.; MARTINS, C. L., ESTEVAM, D. D.; CÉSAR, M. T.; ARRIGONI, M. D. B. Effects of restricted vs. Step up dietary adaptation for 6 or 9 days on feedlot performance, feeding Behaviour, ruminal and blood variables of Nellore cattle. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 102, n. 1, p. 224-234, 2018.

PETERSON, Lance W.; ARTIS, David. **Intestinal epithelial cells: Regulators of barrier function and immune homeostasis**. **Nature Reviews Immunology**, 2014.

PINTO, Ana C. J.; BERTOLDI, Gustavo P.; FELIZARI, Luana D.; DIAS, Evandro F. F.; DEMARTINI, Breno L.; NUNES, Ana B. C. P.; SQUIZATTI, Mariana M.; SILVESTRE, Antonio M.; OLIVEIRA, Lucas F. R.; SKARLUPKA, Joseph H.; *et al.* Ruminal fermentation pattern, bacterial Community composition, and nutrient digestibility of Nellore cattle submitted to either nutritional restriction or intake of concentrate feedstuffs prior to adaptation period. *Frontiers in Microbiology*, v. 11, 31 jul. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01684>.

PLAIZIER, J. C.; KRAUSE, D. O.; GOZHO, G. N.; MCBRIDE, B. W. Subacute ruminal acidosis in dairy cows: the physiological causes, incidence and consequences. *Veterinary Journal, Londres*, v. 176, n. 1, p. 21-31, abr. 2008. DOI: 10.1016/j.tvjl.2007.12.016.

POPOVA, Milka *et al.* The structural and functional capacity of ruminal and cecal microbiota in growing cattle was unaffected by dietary supplementation of linseed oil and nitrate. **Frontiers in Microbiology**, v. 8, n. May, 2017.

REIS, Ricardo Andrade *et al.* Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. SUPPL. 1, 2009.

RIBEIRO, P. H. C.; da Silva, L. A. F.; Casali, D. M.; de Toledo, A. F.; & Millen, D. D. Cecal acisosis: na emergent digestive disorder in ruminants. *Livestock Science*, 105875, 2025.

ROCHA, L. C.; Assunção, A. S. D. A.; Martins, R. A.; de Carvalho, V. V.; Perdigão, A.; Buzalaf, M. A. R.; Padilha, P. D. M. Feedlot diets containing different starch levels and additives change the cecal proteome involved in cattle's energy metabolismo and inflammatory response. *Sci, Rep* 12, 5691. 2022.

ROSANOVA, Clauber *et al.* AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO E ULTRASSONOGRRAFIA DE CARCAÇA DE BOVINOS NELORE PINTADO EM SISTEMA DE TERMINAÇÃO INTENSIVA A PASTO (TIP). **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. 14, n. 1, p. 1-20, 30 jul. 2025.

SANZ-FERNANDEZ, M. V.; Daniel, J. B.; Seymour, D. J.; Kvidera, S. K.; Bester, Z.; Doelman, J.; Martín-Tereso, J. Targeting the hindgut to improve health and performance in cattle. *Animals* 10 (10), 1817. 2020.

SAS INSTITUTE INC. *SAS/STAT® 9.1. User's Guide*. 2. ed. Cary: SAS Institute Inc., 2003. Disponível em: <https://support.sas.com>

SICILIANO-JONES, J.; Murphy, M. R. Production of volatile fatty acids in the rumen and cecum colono f steers as affected by forage:concentrate and forage physical form. *Dairy Sci* 72, 485-492. 1989.

SILVESTRE, Antonio Marcos; MILLEN, Danilo Domingues. The 2019 Brazilian survey on nutritional practices provided by feedlot cattle Consulting nutritionists. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 50, 2021.

SONESSON, H. R. A., et al. Bacterial endotoxin: Chemical structure biological activity. In: Brigham, K. L. (Ed.), *Endotoxin, the Lungs*, Endotoxin, the Lungs, 77. Marcel Dekker Inc., New York, pp. 1-20. 1994.

SOUZA DE ALMEIDA, Victor Gabriel et al. Parâmetros sobre ciclagem de nutrientes em pastagens. **Pubvet**, v. 18, n. 01, p. e1539, 14 dez. 2023.

STEELE, Michael A. *et al.* Bovine rumen epithelium undergoes rapid structural adaptations during grain-induced subacute ruminal acidosis. **American Journal of Physiology – Regulatory Integrative and Comparative Physiology**, v. 300, n. 6, 2011.

STEELE, Michael A. *et al.* Development and physiology of the rumen and the lower gut: Targets for improving gut health. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 6, 2016.

STEVENS, C. E.; Argenzio, R. A.; Clemens, E. T. Microbial digestion: rumen versus large intestine. In: Ruckebusch, Y., Thivend, P. (org.). *Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants*. Dordrecht: Springer, 1980. Cap. 33. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-94-011-8067-2_33.

TEMPLE, Déborah; MANTECA, Xavier. **Animal Welfare in Extensive Production Systems Is Still an Area of Concern. Frontiers in Sustainable Food Systems**. Frontiers Media S.A., 22 set. 2020.

VAN KESSEL, J. S.; Nedoluha, P. C.; Williams-Campbell, A.; Baldwin, R.; McLeod, K. R. Effects of ruminal and postruminal infusion of starch hydrolysate or glucose on the microbial ecology of the gastrointestinal tract in growing steers. *J. Anim, Sci* 80 (11), 3027-3034. 2002.

WELCH, C. B., Lourenco, J. M., Davis, D. B., Krause, T. R., Carmichael, M. N., Rothrock, M. J., Pringle, T. D., Callaway, T. R. The impact of feed efficiency selection on the ruminal, cecal, and fecal microbiomes of Angus steers from a commercial feedlot. *J. Anim, Sci* 98 (7), skaa230. 2020.

ZEBELI, Q.; METZLER-ZEBELI, B.U. *Interactions of rumen and hindgut microbiomes with the host in health and disease: The impact of feeding strategies. Journal of Animal Science*, v. 89, n. 4, p. 1120-1130, 2012.

ZHANG, Jun *et al.* Effects of limit-feeding diets with different forage-to-concentrate ratios on nutrient intake, rumination, ruminal fermentation, digestibility, blood parameters and growth in Holstein heifers. **Animal Science Journal**, v. 89, n. 3, 2018.

