

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

MORFOMETRIA E HISTOLOGIA RUMINAL DE BOVINOS NELORE
SUBMETIDOS A DIFERENTES PROTOCOLOS DE ADAPTAÇÃO A DIETAS
DE TERMINAÇÃO INTENSIVA EM PASTO

Orientador: Prof. Dr. Danilo Domingues Millen

Coorientadora: MSc Fernanda Franco Alves

Discente: Maria Eduarda Magalhães Lopes

Jaboticabal – SP

06/2026

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**MORFOMETRIA E HISTOLOGIA RUMINAL DE BOVINOS NELORE
SUBMETIDOS A DIFERENTES PROTOCOLOS DE ADAPTAÇÃO A
DIETAS DE TERMINAÇÃO INTENSIVA EM PASTO**

Maria Eduarda Magalhães Lopes

Danilo Domingues Millen

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

Jaboticabal - SP
06/2026

L864m

Lopes, Maria Eduarda Magalhães

Morfometria e histologia ruminal de bovinos Nelore submetidos a diferentes protocolos de adaptação a dietas de terminação intensiva em pasto / Maria Eduarda Magalhães Lopes. -- Jaboticabal, 2026

30 p. : tabs.

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. Adaptação. 2. Rúmen. 3. Pasto. 4. Nelore (bovino). I. Título.

Maria Eduarda Magalhães Lopes

**MORFOMETRIA E HISTOLOGIA RUMINAL DE BOVINOS NELORE
SUBMETIDOS A DIFERENTES PROTOCOLOS DE ADAPTAÇÃO A DIETAS DE
TERMINAÇÃO INTENSIVA EM PASTO (TIP)**

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**.

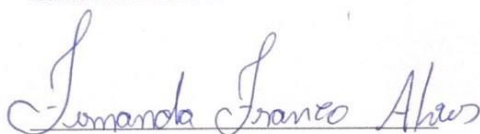
Orientador: Prof. Dr. Danilo Domingues Millen

Coorientador (se houver): MSc. Fernanda Franco Alves

Área de Concentração: Bovinocultura de Corte

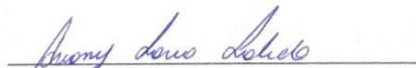
Trabalho aprovado em 30/06/2026

Banca Examinadora:



MSc. Fernanda Franco Alves

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



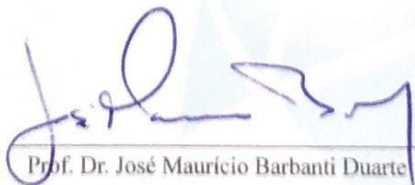
Dr. Ariany Faria de Toledo

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



MSc. Rafael Neiva Assunção

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



Prof. Dr. José Maurício Barbanti Duarte
Chefe do Departamento

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que sempre esteve comigo e me fortificou para que eu chegasse até o fim dessa caminhada, sem Ele, absolutamente nada seria possível. Ele se fez presente em cada momento e sua presença me fortaleceu todos os dias.

Aos meus pais, Priscila e Junior, que sempre fizeram o possível e o impossível para me apoiarem e permitirem que os meus sonhos se tornassem realidade e por todo amor e conselhos que me deram durante todo o caminho, sem vocês isso aqui não se tornaria realidade. Aos meus avós, Maisa, Neura, Luís e Wilson e a minha bisavó Zilda, dos quais alguns presentes e outros não mais aqui comigo, me apoiaram imensamente e acreditaram que um dia eu poderia ser uma grande mulher e sempre me disseram para acreditar nos meus sonhos e lutar por eles, eles foram e sempre serão referência de força, resiliência e determinação para mim. Ao meu namorado que sempre me apoiou e esteve ao meu lado em todos os momentos.

Ao meu orientador, Professor Danilo Domingues Millen, queria agradecer por toda a confiança, aprendizado, paciência e transparência ao longo desse tempo que tive a honra de trabalhar com você. É um prazer trabalhar com o senhor, eu pude aprender coisas que levarei para sempre para minha vida profissional e pessoal.

Gostaria de agradecer a toda a equipe do Setor de Bovinocultura de Corte, o qual vivi e aprendi coisas que levarei para toda minha vida, agradeço a Ariany, Daniel, Servidone, Gercino, Pedro Torres, Pedro Ribeiro, Rodrigo, Kalista, Bárbara, Letícia, Daniela, Gabriela, Guilherme, Jeniffer, Marcela, Maria Eduarda Pizzo, Matheus, Eduardo, Artur por fazerem parte de um momento muito importante na minha vida. Em especial, queria agradecer a minha amiga e coorientadora Fernanda, ela que foi para mim muito mais que uma amiga de setor, foi minha confidente, minha parceira de caminhada, minha amiga na fé, alguém que me inspiro e meu lar aqui em Jaboticabal, sou grata por tudo que você fez e faz por mim amiga.

Gostaria também de agradecer a minha amiga Anna Luiza, que independente da distância sempre esteve comigo, obrigado por tanto amiga. Aos

meus amigos da faculdade, Bárbara, Livia, Paloma e João Lucas por sempre estarem presentes nos momentos mais loucos dessa faculdade, agradeço a amizade, alegria e por fazerem desse tempo mais especial.

Fora do meio acadêmico, também recebi muito apoio durante esse período. Meus sinceros agradecimentos a todos os membros do ministério Assembleia de Deus de Belém — Vila Industrial, que são uma verdadeira família para mim. Obrigada pelo amor, pelas orações e pelo cuidado constante. Em especial, aos meus pastores, Ellen, Hebert e o pequeno Oliver, muito obrigada.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pelo auxílio financeiro para desenvolvimento desta pesquisa - 2024/16316-1.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2.2. ADAPTAÇÃO A DIETAS DE ALTA ENERGIA.....	4
2.3. SAÚDE RUMINAL.....	6
2.3.1. MORFOLOGIA DOS ESTÔMAGOS DOS RUMINANTES	6
2.3.2. ABSORÇÃO DE AGCC E EFEITOS SOBRE A MORFOLOGIA, HISTOLOGIA DO EPITÉLIO RUMINAL	6
2.3.3. RUMENITE	8
3. MATERIAIS E MÉTODOS	10
3.1. DECLARAÇÃO DE ÉTICA EM USO DE ANIMAIS PARA PESQUISA	10
3.2. ANIMAIS E LOCAL DO EXPERIMENTO.....	10
3.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	11
3.4. DESCRIÇÃO DA ALIMENTAÇÃO E MANEJO	11
3.5. AVALIAÇÃO RUMINAL	13
3.6. ANÁLISES ESTATÍSTICAS	13
4. RESULTADOS.....	14
5. DISCUSSÃO	15
6. CONCLUSÃO	16
7. RESUMO.....	17
8. ABSTRACT.....	18
9. REFERÊNCIAS.....	21

1. INTRODUÇÃO

A produção de bovinos em sistemas de pastagem é a principal estratégia de terminação de bovinos de corte no Brasil, respondendo por mais de 80% dos animais abatidos anualmente. Esse sistema confere vantagens competitivas ao país, associadas ao bem-estar animal, à ciclagem de nutrientes e menores custos de produção quando comparado a sistemas intensivos como o confinamento (ABIEC, 2025; Temple & Manteca, 2020).

No entanto, a sazonalidade da produção forrageira impõe desafios significativos, especialmente durante a estação seca, quando a disponibilidade e a qualidade da pastagem diminuem drasticamente. Estima-se que aproximadamente 80% do acúmulo anual de forragem ocorra na estação chuvosa, resultando em déficits nutricionais no período seco (Barbero et al., 2015; De Freitas Barbosa et al., 2013). Para contornar essa limitação e manter o desempenho animal, a suplementação com concentrado tornou-se uma prática amplamente adotada (Reis et al., 2009).

Nesse contexto, o sistema de terminação intensiva em pasto (**TIP**) surge como uma estratégia nutricional que visa maximizar o giro de capital e a lucratividade da propriedade rural (Rosanova et al., 2025). Essa estratégia consiste no fornecimento de ração em cochos dispostos no pasto, em níveis que variam de 1,5% a 2,2% do peso vivo, permitindo que os animais alcancem desempenhos próximos aos obtidos em confinamento (Rosanova et al., 2025).

A transição de uma dieta baseada em forragem para dietas com alta inclusão de concentrado exige um período estruturado de adaptação, que permita ajustes tanto na microbiota ruminal quanto no epitélio do rúmen. Durante essa fase, ocorre estímulo ao desenvolvimento das papilas ruminais, promovendo maior capacidade de absorção de ácidos graxos de cadeia curta (**AGCC**), cuja produção aumenta à medida que se eleva a proporção de concentrado na dieta (Brown & Millen, 2009; Pinto et al., 2023).

Um animal bem adaptado não apresenta efeitos adversos mesmo quando ingere grandes quantidades de ingredientes concentrados (Counette & Prins, 1981). No entanto, quando a adaptação é inadequada, o acúmulo de AGCC no rúmen pode levar à queda brusca do pH, caracterizando a acidose ruminal. Essa condição está associada à redução da motilidade ruminal, à diminuição do consumo de matéria seca e a alterações na morfometria do epitélio ruminal

(Brown et al., 2000). As lesões decorrentes desse processo, conhecidas como rumenites, comprometem a área de absorção do epitélio e servem como porta de entrada para toxinas e bactérias, como *Fusobacterium necrophorum*, podendo levar a infecções sistêmicas e prejuízos ao desempenho animal (Howard, 1981).

Diferentemente do que ocorre no confinamento, onde o volumoso é fornecido juntamente com o concentrado no cocho, no sistema de TIP os animais buscam seu próprio pasto, e o consumo de fibra não é mensurado diariamente, além disso, a quantidade e qualidade da forragem variam ao longo dos 80 a 120 dias de terminação (Ferreira, 2021). Essa característica pode aumentar o risco de distúrbios metabólicos, especialmente devido à falta de fibras fisicamente efetivas para estimular a ruminação e a salivação (Krause & Oetzel, 2006).

Além disso, a ausência de volumoso no cocho faz com que os animais consumam a ração de forma mais rápida, o que pode exacerbar a acidificação ruminal também contribui para flutuações mais intensas do pH (Owens et al., 1997).

Estudos com bovinos confinados indicam que o período mínimo de adaptação seguro é de 14 dias, sendo os protocolos de escada e restrição os mais utilizados e validados no Brasil (Parra et al., 2019; Barducci et al., 2019; Estevam et al., 2020; Perdigão et al., 2018). No entanto, atualmente não existem estudos que tenham estabelecido protocolos de adaptação específicos para sistemas TIP, e os profissionais têm adotado empiricamente os protocolos do confinamento. Esses protocolos precisam ser testados em sistemas TIP para confirmar sua efetividade ou identificar ajustes necessários, uma vez que a dinâmica de consumo nesses sistemas é diferente, especialmente devido à maior velocidade de ingestão da ração e à impossibilidade de controlar o consumo de pasto.

Diante do exposto, este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes protocolos de adaptação a dietas de terminação intensiva em pasto sobre as características ruminais de bovinos Nelore. Nossa hipótese foi que bovinos Nelore em sistema TIP necessitariam de pelo menos 21 dias de adaptação para prevenir efeitos adversos sobre a saúde ruminal, uma vez que períodos mais curtos podem não ser suficientes para o pleno desenvolvimento

do epitélio e da microbiota, especialmente diante da incerteza quanto à ingestão de fibra.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. TERMINAÇÃO INTENSIVA EM PASTO

No Brasil, onde a pecuária de corte é historicamente baseada em pastagens tropicais que ocupam vastas extensões implantadas com os gêneros *Urochloa* e *Megathyrsus*, a sazonalidade produtiva impõe desafios significativos à terminação de bovinos (Jank et al., 2014; Pedreira et al., 2017).

As intensas mudanças climáticas ao longo do ano, com primavera/verão úmidos e outono/inverno secos, resultam em forte variação no acúmulo de forragem: estima-se que, do total anual de massa seca de 12 a 18 toneladas por hectare para esses gêneros, aproximadamente 80% se concentrem na estação chuvosa (De Freitas Barbosa et al., 2013; Barbero et al., 2015). Essa concentração sazonal provoca uma marcante escassez quantitativa e qualitativa de forragem durante o outono-inverno, reduzindo drasticamente a capacidade de suporte das pastagens e exigindo estratégias suplementares para atender à demanda nutricional dos animais, sobretudo na fase de terminação (Barbero et al., 2021).

Nesse contexto, a TIP consolidou-se como uma das estratégias nutricionais mais utilizadas no país. Esse sistema consiste no fornecimento de ração em cochos dispostos na pastagem, em níveis equivalentes a 1,5–2,0% do peso corporal (**PC**) do bovino, durante a fase de terminação (Rosanova et al., 2025). Ao contrário do confinamento, na TIP a forragem advém diretamente do pasto, que sofre alterações em quantidade e qualidade ao longo dos 80 a 120 dias de terminação, sendo indispensável assegurar sua oferta contínua para a saúde ruminal dos animais (Rosanova et al., 2025). Ao mesmo tempo, o concentrado atua como principal fonte energético-proteica, elevando a disponibilidade de carboidratos não fibrosos e proteína, o que melhora a digestibilidade e a fermentação ruminal, com maior produção de AGCC e proteína microbiana, resultando em melhor desempenho animal (Owens et al., 1998).

Além disso, a produção em pastagens tende a beneficiar o bem-estar animal, permitindo a expressão de comportamentos naturais como o pastejo e a

movimentação (Temple & Manteca, 2020), e favorece uma maior ciclagem de nutrientes, reduzindo custos com fertilizantes sintéticos e o acúmulo de resíduos (Souza de Almeida et al., 2023). Dessa forma, ao manter os animais a pasto e suprir as deficiências nutricionais da estação seca com concentrado, a TIP preserva as vantagens inerentes ao sistema extensivo enquanto promove a intensificação da terminação, consolidando-se como uma estratégia que alia produtividade, sustentabilidade e competitividade à bovinocultura de corte tropical (Greenwood, 2021; ABIEC, 2025).

2.2. ADAPTAÇÃO A DIETAS DE ALTA ENERGIA

Em sistemas de TIP, os bovinos são submetidos a um aumento expressivo no consumo de concentrado em comparação às fases anteriores de recria, o que torna imprescindível a adoção de um período estruturado de adaptação a dietas de alta densidade energética (Brown et al., 2006). Essa transição exige ajustes tanto na morfologia das papilas ruminais quanto na comunidade microbiana, visando preservar a função digestiva e evitar distúrbios metabólicos (Owens et al., 1998; Estevam et al., 2020).

A fase de adaptação representa tipicamente uma parcela reduzida do período total de terminação (menos de 20%), porém exerce papel fundamental na prevenção ou minimização de distúrbios nutricionais, como a acidose ruminal, protegendo assim a saúde e o desempenho animal (Brown & Millen, 2009). Conforme destacado por Counette e Prins (1981), um animal devidamente adaptado não apresenta efeitos adversos ao ingerir quantidades de concentrado que, em animais não adaptados, provocariam acidose ruminal.

O aumento na oferta de carboidratos fermentáveis no rúmen reduz a atividade de mastigação e a produção de saliva, ao mesmo tempo em que estimula o rápido crescimento microbiano e intensifica a fermentação ruminal, resultando em maior produção de AGCC (Pinto et al., 2023). A saliva dos ruminantes, rica em bicarbonato e fosfato, atua como tampão ruminal primário, sendo capaz de neutralizar aproximadamente 30 a 40% dos AGCC produzidos, contribuindo para a estabilização do pH ruminal (Allen, 1997; Ricci et al., 2021). Contudo, dietas com alto teor de concentrado reduzem o teor de fibra efetiva e o tamanho das partículas, diminuem os eventos de mastigação e a secreção

salivar e, em última análise, comprometem a capacidade tamponante do rúmen (Zhang et al., 2018).

Nesse sentido, o desenvolvimento das papilas ruminais é essencial para manter uma capacidade absorviva adequada e estabilizar o pH ruminal em bovinos consumindo dietas altamente fermentáveis (Pinto et al., 2023). Esse desenvolvimento é estimulado principalmente pela produção de AGCC, notadamente propionato e butirato, e normalmente requer de 5 a 7 dias para se adaptar a uma nova dieta (Costa et al., 2008). Quando os AGCC não são absorvidos eficientemente pelo epitélio ruminal, seu acúmulo reduz o pH do rúmen; valores abaixo de 5,6 por mais de 3 horas caracterizam a acidose ruminal subaguda (**SARA**), condição associada a alterações na microbiota e à promoção de queratinização excessiva, paraqueratose, erosão e ulceração do epitélio (Owens et al., 1998; Steele et al., 2011). Essas lesões inflamatórias podem comprometer a capacidade absorviva e fornecer porta de entrada para toxinas e bactérias, como *Fusobacterium necrophorum*, frequentemente resultando em infecção metastática do fígado (Howard, 1981).

Estudos com bovinos zebuínos (*Bos taurus indicus*), amplamente utilizados nos sistemas de pastejo tropical, indicam a necessidade de, no mínimo, 14 dias de adaptação antes que os animais recebam integralmente dietas com alta proporção de concentrado (Parra, 2011). Millen et al. (2009) destacam que protocolos adequados de adaptação são fundamentais para reduzir a ocorrência de distúrbios metabólicos e garantir melhor desempenho produtivo, inclusive em sistemas a pasto com suplementação intensiva. Mudanças abruptas de dietas à base de forragens para dietas com elevada inclusão de concentrados podem desencadear distúrbios metabólicos graves no hospedeiro (Cheng et al., 1998; Owens et al., 1998), sendo a acidose ruminal um dos mais preocupantes, com consequências produtivas e sanitárias severas, incluindo efeitos de longo prazo e até mortalidade (Krehbiel et al., 1995; Nagaraja & Chengappa, 1998).

Diante da crescente intensificação dos sistemas de TIP, torna-se cada vez mais necessário o desenvolvimento de estratégias nutricionais capazes de maximizar a eficiência produtiva sem comprometer a saúde ruminal dos animais. Nesse sentido, o aprofundamento em estudos relacionados aos protocolos de adaptação a dietas com alta inclusão de concentrados para bovinos *Bos taurus*

indicus mostra-se essencial para a obtenção de melhores índices produtivos e maior eficiência nos sistemas de Terminação Intensiva em Pasto.

2.3. SAÚDE RUMINAL

2.3.1. MORFOLOGIA DOS ESTÔMAGOS DOS RUMINANTES

O estômago dos ruminantes é composto por quatro compartimentos morfológicamente distintos. Os três primeiros — rúmen, retículo e omaso — constituem a porção aglandular, enquanto o abomaso representa o compartimento glandular (Dellmann & Brown, 1982). O rúmen apresenta externamente sulcos que correspondem, internamente, aos pilares, estruturas que dividem o órgão em cinco sacos: cranial, ventral, dorsal, cego caudodorsal e cego caudoventral. A extremidade cranial do saco ventral é denominada recesso ruminal (Nickel et al., 1981).

A superfície interna do rúmen de animais adultos é macroscopicamente caracterizada pela presença de inúmeras projeções da mucosa, as papilas ruminais, cuja função é ampliar a superfície de contato do órgão. Essas papilas projetam-se em direção ao lúmen e apresentam formas e tamanhos variados conforme a região do rúmen (Henrikson, 1970). Elas são responsáveis pelo aumento da área de superfície de troca entre o conteúdo ruminal e a corrente sanguínea. Nessas estruturas, observa-se intensa proliferação celular, necessária para o crescimento e a renovação epitelial, evidenciada por elevada atividade mitótica (Pereira, 1997). As papilas são revestidas por epitélio escamoso estratificado queratinizado, que confere proteção contra a abrasão causada pela fibra alimentar, e podem apresentar corpúsculos gustativos isolados, relacionados à regulação do pH e à motilidade ruminal (König & Liebich, 2016). Além disso, são maiores e mais densas nas regiões ventrais dos sacos ruminais, onde ocorre a maior absorção de ácidos graxos voláteis (AGVs), principais produtos da fermentação microbiana (Church, 1988).

2.3.2. ABSORÇÃO DE AGCC E EFEITOS SOBRE A MORFOLOGIA, HISTOLOGIA DO EPITÉLIO RUMINAL

A fermentação microbiana e a produção de AGCC no rúmen são eventos centrais para a nutrição de ruminantes, sendo responsáveis por suprir aproximadamente 70% das necessidades energéticas desses animais por meio

do acetato, propionato e butirato (Bergman, 1990). A eficiência desse processo depende não apenas da taxa de produção dos AGCC, mas também da capacidade do epitélio ruminal em absorvê-los rapidamente, evitando seu acúmulo luminal e a consequente queda do pH (Melo, 2007).

A manutenção de um ambiente ruminal fisiologicamente adequado está diretamente relacionada à capacidade absorptiva da parede do rúmen. Nesse contexto, a área de superfície absorptiva (ASA) do epitélio ruminal é considerada a variável morfométrica mais fortemente correlacionada com a velocidade de absorção dos AGCC (Melo et al., 2013). O desenvolvimento das papilas ruminais (estruturas que se projetam para o lúmen e aumentam consideravelmente a superfície de contato) é, portanto, um aspecto crucial da adaptação do animal às dietas propostas, a qual envolve modificações morfológicas associadas tanto à proliferação tecidual quanto a alterações funcionais nas células individualmente (Gäbel e Aschenbach, 2007).

Segundo Mentschel et al. (2001), a proliferação do epitélio ruminal constitui uma resposta biológica que visa maximizar a superfície de absorção de nutrientes. Bannink et al. (2008) observaram que vacas submetidas a aumentos rápidos na proporção de concentrado da dieta após o parto apresentaram maior taxa de proliferação epitelial, alcançando a área de superfície máxima em aproximadamente 3 a 4 semanas pós-parto, ao passo que aquelas que receberam aumentos mais graduais do concentrado necessitaram de 7 a 8 semanas para o mesmo efeito. Assim, as diferenças no tempo necessário para a proliferação epitelial provavelmente dependem da densidade energética da dieta e da velocidade de aumento da fermentabilidade nas dietas subsequentes.

De acordo com Warner (1991), o propionato e o butirato parecem estimular mais o crescimento papilar em bezerros do que o acetato. Considerando-se que o mecanismo de ação ocorra indiretamente via secreção de insulina, o butirato seria o maior promotor do crescimento das papilas, uma vez que, em ovinos, uma quantidade infundida menor de butirato foi suficiente para desencadear a mesma resposta insulinêmica plasmática que o propionato (Sano et al., 1995). Gorka et al. (2009) relataram que bezerros jovens alimentados com sucedâneo lácteo suplementado com butirato demonstraram aumento no comprimento, largura e área superficial das

papilas ruminais. No entanto, Costa et al. (2008) verificaram que apenas o propionato tendeu a aumentar o tamanho das papilas no saco cranial.

Sakata e Tamate (1979) realizaram biópsias das papilas ruminais de quatro ovinos adultos submetidos à infusão intraruminal de acetato, propionato e butirato por meio de fístula ruminal. Para avaliar a capacidade mitogênica desses ácidos, mensurou-se o índice mitótico das células epiteliais das papilas. Antes das infusões, o índice mitótico era inferior a 0,53%. Após dois a quatro dias de infusão de propionato, o índice mitótico atingiu seu valor máximo, com média de 1,57%, diminuindo a partir do quarto dia. Com o acetato, o índice mitótico também aumentou e subsequentemente reduziu, alcançando seus picos no terceiro e quarto dia de infusão, com média de 2,06%. Os autores concluíram que tanto o acetato quanto o propionato aceleraram a proliferação celular do epitélio ruminal, sendo o butirato o ácido que menos estimulou o índice mitótico.

O processo adaptativo da mucosa ruminal envolve alterações no número, tamanho e distribuição das papilas, ocorre em resposta às mudanças na dieta e requer um período de aproximadamente três semanas para se consolidar (DIEHO et al., 2016). Esse mecanismo é mediado, em grande parte, pela produção de ácidos propiônico e butírico durante a fermentação bacteriana, os quais estimulam, por meio de agentes tróficos e hormônios (como insulina e IGF-1), maior atividade mitótica na camada basal do epitélio (Berchielli et al., 2006).

Estudos mais recentes têm reforçado a importância da morfometria ruminal como indicador da capacidade absorptiva. Parra et al. (2019) observaram que animais submetidos a protocolos de adaptação que favorecem maior produção de AGCC, como o fornecimento ad libitum de dietas com níveis crescentes de concentrado, apresentaram maior superfície de absorção do epitélio ruminal e maior área papilar proporcional. Além disso, foi demonstrado que períodos mais longos de exposição a dietas fermentáveis (21 dias) promovem maior desenvolvimento papilar ao final da adaptação, embora as diferenças tendam a se equalizar após um período adicional de alimentação com a mesma dieta, evidenciando a notável plasticidade do epitélio ruminal em resposta ao estímulo nutricional (Parra et al., 2019).

2.3.3. RUMENITE

A utilização de dietas com elevada proporção de grãos em sistemas intensivos de produção requer a adoção de um período de adaptação alimentar, caracterizado pelo aumento gradual da inclusão de concentrados na dieta. Esse manejo é essencial para possibilitar a adaptação da microbiota ruminal e minimizar alterações bruscas no ambiente do rúmen. Mudanças repentinas no fornecimento de carboidratos prontamente fermentáveis elevam significativamente o risco de ocorrência de acidose ruminal, enfermidade capaz de desencadear processos inflamatórios na parede do rúmen, formação de abscessos hepáticos e redução do desempenho produtivo dos animais (Owens et al., 1998; Vechiato et al., 2011).

A rumenite caracteriza-se como um processo inflamatório que acomete o epitélio ruminal e os tecidos subjacentes, sendo frequentemente observada em bovinos submetidos a dietas altamente concentradas associadas à baixa oferta de fibra efetiva. Sua ocorrência está relacionada aos desequilíbrios fermentativos no interior do rúmen, podendo estar associada tanto a quadros severos de acidose láctica ruminal aguda quanto à acidose subaguda decorrente do excesso de produção de AGCC. Nessas condições, o baixo pH ruminal e o acúmulo excessivo de metabólitos fermentativos promovem lesões corrosivas na mucosa ruminal, principalmente nas regiões ventrais do órgão (Nagaraja e Chengappa, 1998; Nagaraja e Lechtenberg, 2007).

Após o comprometimento da integridade do epitélio ruminal, ocorre a perda da função de barreira física da mucosa, facilitando a translocação de bactérias oportunistas presentes no rúmen, com destaque para *Fusobacterium necrophorum*. Esses microrganismos podem atravessar a parede ruminal lesionada, atingir a circulação porta e alcançar o fígado, favorecendo o desenvolvimento de abscessos hepáticos (Nagaraja e Lechtenberg, 2007). Dessa forma, a rumenite apresenta impacto sanitário e econômico significativo nos sistemas intensivos de produção, comprometendo a saúde animal e a eficiência produtiva.

Embora a rumenite seja amplamente estudada em bovinos terminados em confinamento, ainda há poucas informações sobre a ocorrência e a dinâmica dessa enfermidade em sistemas de TIP, modalidade em expansão no Brasil. Nesse sistema produtivo, a elevada velocidade de ingestão do concentrado pelos animais pode representar um importante fator predisponente ao

desenvolvimento de distúrbios fermentativos ruminais, devido à rápida fermentação dos carboidratos e à consequente redução do pH ruminal (Brown e Millen, 2009).

Diante desse cenário, torna-se de extrema importância o desenvolvimento de protocolos específicos de adaptação alimentar para bovinos submetidos à terminação intensiva em pasto. A elaboração de estratégias nutricionais adequadas pode contribuir para minimizar a ocorrência de rumenite e demais distúrbios metabólicos, preservar a integridade do epitélio ruminal e maximizar a eficiência produtiva dos animais submetidos a dietas com alta inclusão de concentrados.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. DECLARAÇÃO DE ÉTICA EM USO DE ANIMAIS PARA PESQUISA

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 EXPERIMENTO.

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 PC 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. 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 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 também iniciaram com um fornecimento inicial de concentrado equivalente a 0,5% do peso corporal, com incrementos diários iguais de concentrado (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 (AD1410; n = 9).

3.4. DESCRIÇÃO DA ALIMENTAÇÃO E MANEJO

Foi adotado um método de lotação contínua com taxa de lotação variável. A massa de forragem e a composição química do capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu durante o período experimental está apresentado na Tabela 1.

A dieta experimental foi formulada de acordo com as recomendações do **NASEM** para um ganho médio diário de 1,5 kg (NASEM, 2016). Após o período de adaptação, os touros foram alimentados com aproximadamente 2,0% do peso corporal, duas vezes ao dia, às 6h30 (40% da ração total) e às 13h (60% da ração total). A leitura do cocho foi realizada diariamente e a quantidade de concentrado oferecida por animal foi ajustada diariamente com base na quantidade de sobras. A composição final da dieta foi definida com base em análises químicas da forragem dos piquetes experimentais e dos ingredientes da

dieta antes do início do estudo (Tabela 2). As sobras foram mantidas em 5% da quantidade oferecida e pesadas diariamente.

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

Tabela 2. Ingredientes e composição química do concentrado experimental fornecido a bovinos Nellores submetidos a diferentes protocolos de adaptação a dietas de 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 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 RUMINAL

A avaliação das lesões no rúmen foi realizada após a evisceração dos bovinos, e todos os rumens foram pontuados. O epitélio ruminal 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 rumens foram pontuados por 2 indivíduos treinados, sem conhecimento dos tratamentos. Os dados finais representam a média dos 2 escores.

Em relação à morfometria ruminal, um fragmento de 1 cm² de cada rúmen foi coletado do saco craniano dorsal e colocado em solução de álcool 70% para futuras medidas morfométricas conforme Resende Júnior et al. (2006). Manualmente, foi determinado o número de papilas por centímetro quadrado de parede ruminal (**NOP**); em que 12 papilas foram coletadas aleatoriamente de cada fragmento e digitalizadas, e a área média das papilas (**AMP**) foi determinada por sistema de análise de imagem (Image Tool, versão 2.01 alfa 4, UTHSCSA Dental Diagnostic Science, San Antonio, TX). A área de superfície absorptiva da parede ruminal (**ASA**) em centímetros quadrados foi calculada da seguinte forma: $1 + (NOP \times MPA) - (NOP \times 0,002)$, onde um representa o fragmento de 1 cm² coletado e 0,002 é a área basal estimada das papilas em centímetros quadrados.

Da mesma forma, um fragmento de 1 cm² de cada rúmen foi coletado do saco ventral para avaliação histológica. Os cortes histológicos foram corados com hematoxilina e eosina, incluídos em parafina e seccionados (Odongo et al., 2006). Medidas histológicas, como altura das papilas, largura das papilas, área de superfície das papilas e espessura da camada queratinizada, foram realizadas em 4 papilas por animal, utilizando-se análise de imagem em microscópio de luz auxiliado por computador.

3.6. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, e o peso corporal inicial foi utilizado para formar os blocos. Cada touro foi considerado uma unidade experimental para este estudo (n = 28). Testes de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk e Kolmogorov-Smirnov) e testes de heterocedasticidade foram realizados antes de prosseguir com a análise de variância. Os dados de

todas as variáveis de resposta obtidos neste estudo foram analisados utilizando o procedimento PROC MIXED do SAS (2003). O teste de Tukey foi aplicado para comparações entre médias e considerado significativo para $p \leq 0,05$.

4. RESULTADOS

Animais adaptados em 14 dias (AD14d05% e AD14d1%) apresentaram maiores índices de lesões ruminais ($P < 0,05$) em relação aos animais adaptados em 21 dias (AD21d05%) independentemente do nível inicial de alimentos concentrados (Tabela 3).

Tabela 3. Morfometria e histologia ruminal de bovinos Nelores submetidos a diferentes protocolos de adaptação a dietas de Terminação Intensiva em Pasto.

Variáveis	Tratamentos				Valor de P
	AD21d05% ²	AD14d05% ³	AD14d1% ⁴	EPM ¹	
Escore de rumenites	0,92 ^b	1,28 ^a	1,36 ^a	0,148	0,05
<i><u>Morfometria Ruminal</u></i>					
Número médio de papilas, n	62,76	53,48	50,39	5,461	0,23
Área média de papilas, cm ²	0,467 ^b	0,552 ^{ab}	0,614 ^a	0,043	0,05
ASA ⁵ , cm ²	29,44	29,69	31,68	2,872	0,83
RASA ⁶ , %	96,59	96,78	96,53	0,378	0,90
<i><u>Histologia Ruminal</u></i>					
Altura de papila, mm	2,97 ^{ab}	2,42 ^b	3,02 ^a	0,186	0,02
Largura de papila, mm	0,45	0,61	0,49	0,122	0,67
Área de papila, mm ²	2,87 ^{ab}	2,77 ^b	3,00 ^a	0,050	0,03
Espessura de queratina, µm	15,36 ^b	15,78 ^b	17,10 ^a	0,338	<0,01

a, b, c. Sobrescritos diferentes na mesma linha diferem significativamente de acordo com o teste de Tukey com nível de significância de 5% ; ¹ AD2105: período de adaptação de 21 dias, com fornecimento inicial de concentrado de 0,5% do peso corporal até atingir 2,0% do peso corporal após 21 dias (n = 10); ² AD1405: período de adaptação de 14 dias, com fornecimento inicial de concentrado de 0,5% do peso corporal, atingindo 2,0% do peso corporal (n = 9) após 14 dias; ³ AD1410: período de adaptação de 14 dias, com fornecimento inicial de concentrado de 1,0% do peso corporal até atingir 2,0% do peso corporal após 14 dias (n = 9); ⁴ Erro padrão da média; ⁵ Área de superfície absorviva da parede do rúmen; ⁶ Área de superfície absorviva em relação à área da parede do rúmen.

A AMP foi maior para os animais adaptados em 14 dias, com oferta inicial de concentrado a 1,0% comparado aos animais adaptados em 21 dias ($P < 0,05$), sem diferir dos animais adaptados em 14 dias, com oferta inicial de concentrado a 0,5% PV (Tabela 3). Não foram encontrados efeitos dos tratamentos sobre o

número médio de papilas, Área de superfície absorptiva de parede ruminal (ASA) e área de superfície absorptiva em relação a área de parede ruminal (RASA).

Já em relação a histologia ruminal, foram observados efeitos sobre a altura e área de papila, e espessura de queratina ($P < 0,05$), sendo os maiores valores observados para os animais adaptados em 14 dias com oferta inicial de 1% de concentrado. Em relação à altura e área de papila não houve diferença entre os tratamentos AD14d1% e AD21d05%. Já a espessura de queratina dos grupos AD21d05% e AD14d05% foram semelhantes. Não foram observados efeitos sobre a largura de papilas ruminais (Tabela 3).

5. DISCUSSÃO

O período mais curto de adaptação leva a quedas mais rápidas do pH ruminal, logo a antecipação do consumo da dieta de terminação, pode ter ocasionado o início do processo de queratinização do epitélio ruminal, evoluindo posteriormente para um quadro de rumenite, o que pode explicar a maior incidência de lesões e a maior espessura de queratina das papilas ruminais observado nos animais do tratamento AD14d1% (Steele et al. 2012).

Já a maior área de papilas observada, tanto na avaliação morfométrica quanto na histológica, em animais adaptados em 14 dias, com oferta inicial de concentrado a 1,0% pode estar relacionada ao aumento de consumo de alimentos concentrados no início do período de adaptação, o que amplia a disponibilidade de nutrientes fermentáveis no rúmen, levando a maior produção de AGCC, que estão intrinsecamente relacionados ao desenvolvimento das papilas ruminais e maiores escores de rumenites observados em animais adaptados por 14 dias no presente estudo (AD1405%; AD141%) (Brown & Millen, 2009).

Assim, o excesso ou a produção rápida de AGCC podem sobrecarregar os mecanismos de absorção e tamponamento, levando a danos epiteliais. Dependendo da gravidade e extensão dessas lesões, o aumento da absorção de moléculas indesejáveis pode desencadear respostas inflamatórias sistêmicas, comprometendo a homeostase de todo o organismo e levando a reduções significativas no desempenho, na saúde e no bem-estar geral do gado.

Logo, a antecipação do consumo da dieta de terminação pode ter contribuído para maior área e altura de papilas para os animais adaptados

em 14 dias, contudo não suficiente para aumento do número médio e largura de papilas e da área de superfície absorviva da parede ruminal.

6. CONCLUSÃO

A hipótese deste estudo foi corroborada pelos resultados obtidos. A redução do período de adaptação para 14 dias, especialmente associada à maior oferta inicial de concentrado (1% do peso corporal), promove alterações morfológicas no epitélio ruminal, evidenciadas pelo aumento da área média, altura e área das papilas. Entretanto, essas mudanças ocorreram concomitantemente ao aumento da queratinização do epitélio e da incidência de lesões ruminais, sem resultar em incremento do número de papilas ou da área de superfície absorviva da parede ruminal. Dessa forma, os resultados indicam que bovinos Nelore terminados em sistemas de Terminação Intensiva em Pasto necessitam de pelo menos 21 dias de adaptação para favorecer a saúde ruminal e minimizar a ocorrência de rumenites. A adoção de um período de adaptação de 21 dias é recomendada por proporcionar melhor equilíbrio entre adaptação nutricional e integridade da mucosa ruminal.

7. RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes protocolos de adaptação para dietas de terminação intensiva em pasto sobre as características ruminais de bovinos Nelore. A hipótese proposta foi que bovinos Nelore em sistema TIP necessitariam de pelo menos 21 dias de adaptação para prevenir efeitos adversos sobre a saúde ruminal, uma vez que períodos mais curtos podem não ser suficientes para o pleno desenvolvimento do epitélio e da microbiota, especialmente diante da incerteza quanto à ingestão de fibra. Foram utilizados 28 touros Nelore, com 22 meses de idade e peso corporal inicial de $337 \pm 3,98$ kg, distribuídos em quatro piquetes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu e previamente bloqueados por peso corporal (PC). Os tratamentos consistiram em: (1) adaptação de 21 dias, iniciando com fornecimento de concentrado equivalente a 0,5% do peso corporal (PC), com incrementos diários iguais até atingir 2,0% do PC (AD2105; n = 10; 0,0715% PC/dia); (2) adaptação de 14 dias iniciando com 0,5% do PC (AD1405; n = 9; 0,1071% PC/dia); e (3) adaptação de 14 dias iniciando com 1,0% do PC (AD1410; n = 9; 0,0715% PC/dia), ambos também com aumento diário até 2,0% do PC. Os animais foram alimentados por 111 dias, utilizando cochos individuais do tipo *Calan Gate*. A maior oferta inicial de concentrado (1,0% do PC), associada ao menor período de adaptação (14 dias), promoveu maiores índices de lesões ruminais, maior área média de papila e maior queratinização de papila sem alterar o número de papilas e a área de superfície absorptiva ruminal. Logo, a hipótese deste estudo foi corroborada pelos resultados obtidos. A redução do período de adaptação para 14 dias, especialmente associada à maior oferta inicial de concentrado (1% do peso corporal), promove alterações morfológicas no epitélio ruminal, entretanto, essas mudanças ocorreram concomitantemente ao aumento da queratinização do epitélio e da incidência de lesões ruminais, sem resultar em incremento do número de papilas ou da área de superfície absorptiva da parede ruminal. Dessa forma, os resultados indicam que bovinos Nelore terminados em sistemas de terminação intensiva em pasto necessitam de pelo menos 21 dias de adaptação para favorecer a saúde ruminal e minimizar a ocorrência de rumenites.

Palavras-chave: Adaptação, Rúmen, Pasto, Nelore (bovino).

8. ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effects of different adaptation protocols for intensive pasture finishing diets on the ruminal characteristics of Nellore cattle. The hypothesis is that Nellore cattle in a TIP system would require at least 21 days of adaptation to prevent adverse effects on ruminal health. Shorter periods may not be sufficient for the full development of the epithelium and microbiota, especially given uncertainty about fiber intake. Twenty-eight Nellore bulls, 22 months old and with an initial body weight of 337 ± 3.98 kg, were used. They were distributed in four *Urochloa brizantha* cv. Marandu paddocks previously blocked by body weight (BW). The treatments consisted of: (1) 21-day adaptation, starting with an adequate concentration equivalent to 0.5% of body weight (BW), with equal daily increments until reaching 2.0% of BW (AD2105; $n = 10$; 0.0715% BW/day); (2) 14-day adaptation period starting with 0.5% of BW (AD1405; $n = 9$; 0.1071% BW/day); and (3) 14-day adaptation period starting with 1.0% of BW (AD1410; $n = 9$; 0.0715% BW/day), both also with daily increases up to 2.0% of BW. The animals were fed for 111 days using individual Calan Gate-type feed troughs. The higher initial concentrate offering (1.0% of BW), associated with the shorter adaptation period (14 days), promoted higher ruminal lesion indices, a larger average papilla area, and greater papilla keratinization without altering the number of papillae and the ruminal absorptive surface area. Therefore, the hypothesis of this study was corroborated by the results obtained. Reducing the adaptation period to 14 days, especially when associated with a higher initial concentrate intake (1% of body weight), promotes morphological changes in the ruminal epithelium. However, these changes occur concomitantly with increased epithelial keratinization and an increase in the incidence of ruminal lesions, without increasing the number of papillae or the absorptive surface area of the ruminal wall. Therefore, the results indicate that Nellore cattle undergo at least 21 days of adaptation in intensive pasture finishing systems selected to promote ruminal health and minimize the occurrence of rumenitis.

Keywords: Adaptation, Rumen, Pasture, Nellore (cattle).

ABREVIATÓES

AGCC – ácidos graxos de cadeia curta

AMP — área média de papila

ASA – área de superfície absorviva

NASEM - National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine

NOP — número de papila

PC – peso corporal

SARA – Acidose subaguda

TIP – terminação Intensiva em Pasto

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características e composição química da pastagem de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu pastejada por touros Nelore	12
Tabela 2. Ingredientes e composição química do concentrado experimental fornecido a bovinos Nelores submetidos a diferentes protocolos de adaptação a dietas de Terminação Intensiva em Pasto.....	12
Tabela 3. Morfometria e histologia ruminal de bovinos Nelores submetidos a diferentes protocolos de adaptação a dietas de Terminação Intensiva em Pasto	14

9. REFERÊNCIAS

- ALLEN, M. S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. *Journal of Dairy Science*, v. 80, n. 7, p. 1447-1462, 1997.
- ANDRÉ, Romisio Geraldo Bouhid; GARCIA, Anice. ALGUNS ASPECTOS CLIMATICOS DO MUNICÍPIO DE JABOTICABAL — SP. **Nucleus**, v. 12, n. 2, 2015.
- 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.; MILLEN, D. D. Adaptation protocols for high-grain diets in beef cattle. *Journal of Animal Science*, v. 87, n. 14, p. 158-169, 2009.
- BROWN, M. S.; PONCE, C. H.; PULIKANTI, R. Adaptation of beef cattle to high-concentrate diets: performance and ruminal metabolism. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 84, suppl. E, p. E25–E33, 2006.
- CERVIERI, R. C. et al. Intensificação dos sistemas de produção de carne bovina: aspectos econômicos e produtivos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n. especial, p. 249-258, 2009.
- CHENG, K. J. et al. Rumen microbes, ecosystems and feed efficiency. *Journal of Dairy Science*, v. 81, n. 2, p. 516-524, 1998.
- COUNETTE, G. H. M.; PRINS, R. A. Adaptation of the rumen microflora to high-concentrate diets. *The Rumen and Its Microbes*, Academic Press, 1981.
- DIAS, Ana Veronica Lino et al. Avaliando o impacto da suplementação de nitrogênio não proteico ou proteína não degradável no rúmen sobre a diversidade bacteriana ruminal e a fermentação ruminal em novilhos em pastagem durante a estação seca. **Frontiers in Microbiology** , v. 16, 6 out. 2025.
- DIEHO, K.; BANNINK, A.; GEURTS, I. A. L.; SCHONEWILLE, J. T.; GORT, G.; DIJKSTRA, J. Morphological adaptation of rumen papillae during the dry period and early lactation as affected by rate of increase of concentrate allowance. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 99, n. 3, p. 2339-2352, 2016. DOI: 10.3168/jds.2015-10047.
- ESTEVAM, D. D. et al. Adaptation period for Nellore cattle in feedlot: a meta-analysis. *Livestock Science*, v. 240, e104135, 2020.

HOWARD, J. L. Liver abscesses in feedlot cattle: pathogenesis and control. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v. 3, n. 2, p. 299-310, 1981.

KREHBIEL, C. R. et al. The effects of feedlot diets on ruminal acidosis. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v. 11, n. 3, p. 491-512, 1995.

MILLEN, D. D. et al. Protocolos de adaptação para bovinos de corte em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, p. 288-296, 2009.

NAGARAJA, T. G.; CHENGAPPA, M. M. Liver abscesses in feedlot cattle: a review. *Journal of Animal Science*, v. 76, n. 1, p. 287-298, 1998.

ODONGO, N. E; ALZAHAL, O; LINDINGER, M. I; DUFFIELD, T. F.; VALDES, E. V; TERRELL, S. P; & MCBRIDE, B. W. Effects of mild heat stress and grain challenge on acid-base balance and rumen tissue histology in lambs. *Journal of animal science*, v. 84, n. 2, p. 447-455, 2006

OWENS, F. N. et al. Acidosis in cattle: a review. *Journal of Animal Science*, v. 76, n. 1, p. 275-286, 1998.

OWENS, F. N. et al. Acidosis in cattle: a review. *Journal of Animal Science*, v. 76, n. 1, p. 275-286, 1998.

PARRA, A. R. P. *Adaptação de bovinos de corte a dietas de alto concentrado*. 2011. Dissertação (Mestrado) — Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2011.

PINTO, A. C. J. et al. Rumen fermentation and papillae development in cattle fed high-concentrate diets. *Animal Feed Science and Technology*, v. 298, e115612, 2023.

POORE, MH e outros. Efeito da fonte de fibra e da degradabilidade do amido ruminal no local e extensão da digestão em vacas leiteiras. **Journal of Dairy Science** , v. 76, n. 8, 1993.

RICCI, S. et al. Saliva composition and rumen buffering capacity in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 104, n. 5, p. 5678-5690, 2021.

ROSANOVA, C. et al. Intensive pasture finishing of Nellore cattle in tropical Brazil: nutritional, behavioral, and economic aspects. *Animal Feed Science and Technology*, v. 310, e115912, 2025.

ROSANOVA, C. et al. Intensive pasture finishing of Nellore cattle in tropical Brazil: nutritional, behavioral, and economic aspects. *Animal Feed Science and Technology*, v. 310, e115912, 2025.

- RUSSELL, J. B.; RYCHLIK, J. L. Factors that alter rumen microbial ecology. *Science*, v. 292, n. 5519, p. 1119-1122, 2001.
- STEELE, M. A. et al. Rumen epithelial adaptation to high-grain diets in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 94, n. 5, p. 2486-2495, 2011.
- STEELE, M. A; GREENWOOD, S. L; CROOM, J; MCBRIDE, B. W. An increase in dietary non-structural carbohydrates alters the structure and metabolism of the rumen epithelium in lambs. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 92, p. 123-130, 2012.
- VAN SOEST, PJ; ROBERTSON, JB; LEWIS, BA. Métodos para fibra alimentar, fibra detergente neutra e polissacarídeos não amiláceos em relação à nutrição animal. **Journal of Dairy Science** , v. 74, n. 10, p. 3583–3597, 1991.
- ZHANG, S. et al. Effects of dietary concentrate level on chewing activity and ruminal pH in beef cattle. *Journal of Animal Science*, v. 96, n. 3, p. 1123-1132, 2018.