

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO MESQUITA FILHO”  
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**ESTRATÉGIA ALIMENTAR PARA TOURINHOS NELORE  
TERMINADOS A PASTO**

**Thaís Ribeiro Brito  
Zootecnista**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO MESQUITA FILHO”  
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**ESTRATÉGIA ALIMENTAR PARA TOURINHOS NELORE  
TERMINADOS A PASTO**

Discente: Thaís Ribeiro Brito

Orientador: Dr. Ricardo Andrade Reis

Coorientadora: Dr(a). Josiane Fonseca Lage

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do de título de Mestre em Zootecnia.

B862e	<p>Brito, Thaís Ribeiro</p> <p>Estratégia alimentar para tourinhos nelores terminados a pasto / Thaís Ribeiro Brito. -- Jaboticabal, 2021</p> <p>70 p.</p> <p>Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal</p> <p>Orientadora: Ricardo Andrade Reis</p> <p>Coorientadora: Josiane Fonseca Lage</p> <p>1. Adaptação. 2. Bovino de corte. I. Título.</p>
-------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Bibliote Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecid autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA


Câmpus de Jaboticabal

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO:  
ESTRATÉGIA ALIMENTAR PARA TOURINHOS NELORE TERMINADOS A PAST

**AUTORA: THAÍS RIBEIRO BRITO****ORIENTADOR: RICARDO****ANDRADE REIS****COORIENTADORA: JOSIANE****FONSECA LAGE**

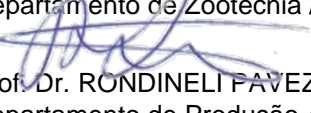
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em ZOOTECNIA,  
pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. RICARDO ANDRADE REIS (Participação Virtual)  
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Dra. MARCIA HELENA MACHADO DA ROCHA FERNANDES (Participação Virtual)  
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Prof. Dr. RONDINELI PAVEZZI BARBERO (Participação Virtual)  
Departamento de Produção Animal / Universidade Federal Rural - Rio de Janeiro/RJ

Jaboticabal, 10 de novembro de 2021

## **DADOS CURRICULARES DA AUTORA**

**THÁÍS RIBEIRO BRITO:** nascida em Frutal, Minas Gerais, em maio de 1995, filha de Elço Reis Brito e Celma Ribeiro Silva Brito, autônomos, residentes no município de Frutal, Minas Gerais. Bacharela em Zootecnia pela Universidade do Estado de Mato Grosso, Pontes e Lacerda (2018), com bolsa de iniciação científica FAPEMAT, orientada pela Prof.(a). Dra. Jocilaine Garcia. Mestra em Zootecnia pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Campus de Jaboticabal, São Paulo (2021), com bolsa de estudos Capes, orientado pelo Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis.

“Embora os desafios não tenham precedentes, e as discordâncias sejam intensas, o gênero humano pode se mostrar à altura do momento se mantivermos nossos temores sob controle e formos um pouco mais humildes quanto a nossas opiniões.”

Yuval Noah Harari

Dedicatória

Dedico a todos aqueles que fizeram parte da construção, realização e conclusão de  
mais uma etapa em minha vida;  
Em especial ao meu pai Elço e minha mãe Celma;  
À minha irmã Larissa, aos meus irmãos Wellisson e Wellinton;  
Ao meu companheiro Geovany;  
Estes foram os mesmos que fizeram de mim um ser humano melhor pessoal e  
profissionalmente.

## AGRADECIMENTOS

À Deus primeiramente, por ter me guiado, me dado sabedoria, saúde e forças, para conseguir realizar meus sonhos.

Ao meu pai, Elço e minha mãe Celma, que sempre me apoiaram, confiaram, mesmo que às vezes contra as suas vontades e seus medos, que não mediram esforços para eu estar onde hoje estou. À minha irmã, Larissa, meus irmãos Wellisson e Wellington, que sempre se preocuparam comigo, que sempre estiveram ao meu lado e que mesmo com a distância nunca deixaram de me ajudar no que preciso fosse e sempre entenderam a minha ausência, pois entenderam que o futuro é feito a partir da constante dedicação no presente

Ao meu companheiro Geovany que esteve comigo desde a graduação, me apoiando, me reerguendo e me fazendo forte quando pensava em desistir, não tem palavras que expressem a minha gratidão.

Ao meu querido orientador, Professor Dr. Ricardo Reis, quem se tornou exemplo para mim, que sempre se preocupou, apoiou, teve paciência, teve confiança, transmitiu seus valiosos conhecimentos, dando toda atenção necessária e pelo privilégio de sua amizade. Obrigada de coração.

À Dra. Josiane, pela coorientação, à Dra. Márcia Fernandes, pela ajuda e contribuição de todo o trabalho, por não medir esforços para me auxiliar. Obrigada por tanto!

Ao Dr. Rondinele Barbeiro por participar de todo o projeto, por toda contribuição no trabalho.

À Universidade Paulista Júlio Mesquita Filho pela minha formação e as oportunidades que a mim foram oferecidas durante a pós graduação e pela oportunidade de cursar o mestrado em uma Universidade renomada.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

À Trown Nutrition pelo financiamento do projeto.



A Isadora e Silvinha que são exemplos de amigas e irmãs de coração, que me apoiaram desde o princípio, que apesar da distância, da correria da vida acadêmica e pessoal, nunca deixaram de serem presentes e fiéis.

Aos amigos que fizeram meus dias longe de casa valer cada segundo, me apoiando e a cada dia me fazendo uma pessoa melhor. Em especial aqueles que se tornaram irmãos de coração: Andressa, Fiona, Iago, Larissa, Mariane, Maria Carolina, Maria Júlia, Paulo Henrique, Rodrigo, Vanessa e Yasmin. Ao grupo UnespFor, pelas reuniões e discussões técnicas que trouxeram grande crescimento.

Em especial àqueles amigos que se tornaram uma família para o resto da vida: a querida Ronyatta e ao querido Maurício, que me concederam vários momentos de alegria juntos, que tornou todos os anos mais especiais e que eu sempre vou levar no coração e na vida. Rony, agradeço infinitamente por toda sua cumplicidade, companheirismo, irmandade, pelas vezes que me ajudou, incentivou, “quebrou aqueles galhos”, por ter sido tão cuidadosa e por se tornar muito especial, obrigada por ter sido meu chão durante a fase preparatória ao mestrado e durante toda execução do projeto, assim como na parte escrita, me tirando todas as dúvidas que surgiam. Eu amo vocês.

A Ana Paula Sader por toda amizade, todos os momentos vividos, por todo ensinamento e auxílio durante as análises laboratoriais. Levarei no coração todos os conselhos e risadas!

Aos familiares e amigos não citados, que não são menos importantes, e que sempre ajudaram, apoiaram e torceram por mim todo este tempo.

Aos estagiários, bolsistas e voluntários que ajudaram na execução do projeto e análises laboratoriais. Vocês fazem parte dessa conquista!

Aos que contribuíram direta ou indiretamente na minha formação profissional, o meu muito obrigado.

**SUMÁRIO**

<b>CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS</b> .....	<b>16</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>18</b>
SAZONALIDADE DA PRODUÇÃO DE FORRAGEM .....	18
CONFINAMENTO EXPRESSO.....	20
PROTOCOLOS DE ADAPTAÇÃO PARA DIETAS DE ALTO CONCENTRADO .....	21
VITAMINAS DO COMPLEXO B .....	24
MINERAIS .....	28
<b>CAPÍTULO 2 – PARÂMETROS RUMINAIS E DESEMPENHO DE TOURINHOS NELORES TERMINADOS A PASTO E SUBMETIDOS A DUAS ESTRATÉGIAS ALIMENTARES</b> .....	<b>32</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>32</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>33</b>
ANIMAIS E TRATAMENTOS EXPERIMENTAIS .....	36
CONSUMO DOS NUTRIENTES .....	39
PARÂMETROS RUMINAIS.....	40
COMUNIDADE BACTERIANA RUMINAL.....	41
ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	42
ANIMAIS E TRATAMENTOS EXPERIMENTAIS .....	43
CONSUMO DOS NUTRIENTES .....	44
DESEMPENHO ANIMAL.....	44
ULTRASSONOGRRAFIA .....	45
COMPORTAMENTO INGESTIVO .....	46
PARÂMETROS SANGUÍNEOS .....	47
ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	47
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>49</b>
<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>65</b>
<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>70</b>

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....71

## ESTRATÉGIA ALIMENTAR PARA TOURINHOS NELORE TERMINADOS A PASTO

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do histórico de suplementação durante a recria, sobre duas estratégias alimentares na fase de terminação, na ingestão, digestibilidade de nutrientes, parâmetros ruminais e desempenho de bovinos terminados a pasto com alta suplementação. Dois experimentos foram realizados simultaneamente, Exp. 1: Avaliação de parâmetros ruminais, no qual foram utilizados 16 bovinos Nelore fistulados no rúmen. Exp. 2: Avaliação de comportamento ingestivo, desempenho, ultrassonografia e parâmetros sanguíneos, no qual foram utilizados 48 bovinos Nelore. Os tratamentos avaliados foram: (1) Animais recriados com suplemento energético e terminados com suplemento convencional (BellPeso Express® - dieta de adaptação e final) (SE+Controle); (2) Animais recriados com suplemento energético terminados com um protocolo nutricional com uso de um produto específico (BellPeso Adapt®) na adaptação e outro na dieta final (BellPeso Vivaz®), com adição de vitaminas do complexo B protegidas da degradação ruminal e hidroximinerais Cu e Zn (SE+Protocolo); (3) Animais recriados com suplemento mineral terminados com suplemento convencional (BellPeso Express® - dieta de adaptação e dieta final) (SM+Controle); (4) Animais recriados com suplemento mineral e terminados com um protocolo nutricional com uso de um produto específico (BellPeso Adapt®) na adaptação e outro na dieta final (BellPeso Vivaz®), com adição de vitaminas do complexo B e hidroximinerais Cu e Zn protegidos da degradação ruminal (SM+Protocolo). O delineamento experimental foi um fatorial 2x2. No Exp. 1, durante a adaptação, animais oriundos de recria com suplementação mineral apresentaram maior proporção de propionato e menores proporções de acetato e butirato, assim como menor relação acetato/propionato, em comparação aos animais oriundos de recria com suplementação energética, independente da dieta de terminação. Os tratamentos SM+Controle e SE+Controle tiveram maior queda no pH ( $P < 0,05$ ) comparados aos demais tratamentos. No Exp. 2, o peso corporal inicial dos animais recriados com suplemento energético foi maior que os recriados com

suplemento mineral ( $P=0,046$ ). O peso corporal final, ganho médio diário, ganho diário de carcaça e peso de carcaça quente foram maiores nos animais do tratamento com protocolo comparado aos da estratégia alimentar convencional. O uso de suplemento energético na fase de recria reflete positivamente em animais mais pesados para a fase de terminação. A estratégia alimentar composta pelo protocolo BellPeso Adapt<sup>®</sup> e BellPeso Vivaz<sup>®</sup> melhora o desempenho, reflete em maior ganho diário de carcaça e carcaças mais pesadas.

**Palavras-chave:** Adaptação, bovino de corte, plano nutricional, recria, terminação.

### **Feed protocols for Nellore bulls finished on pasture**

Abstract: the objective of this work was to evaluate the effect of two different supplementation during rearing, on two feed protocols during finishing phase, on intake, nutrient digestibility, ruminal parameters, and performance of bulls finished on pasture with high supplementation. Two experiments were carried out simultaneously; Exp. 1: evaluation of ruminal parameters, in which 16 rumen fistulated Nellore bulls were used, and Exp. 2: evaluation of ingestive behavior, performance, ultrasound and blood parameters, in which 48 Nellore bulls were used. The treatments were: (1) animals fed energy supplement during rearing and conventional supplement (Bellpeso Express® - adaptation and final diet) during finishing (SE+control); (2) animals fed energy supplement during rearing, and a nutritional protocol using a specific product (Bellpeso Adapt®) in the adaptation and another in the final diet (Bellpeso Vivaz®), which contained complex B vitamins and hydroxyminerals Cu and Zn protected from ruminal degradation during finishing (SE+protocol); (3) animals fed only mineral supplement during rearing, and conventional supplement (Bellpeso Express® - adaptation diet and final diet) during finishing (SM+control); (4) animals fed only mineral supplement during rearing, and nutritional protocol using a specific product (Bellpeso Adapt®) in the adaptation and another in the final diet (Bellpeso Vivaz®), which contained complex B vitamins and hydroxyminerals Cu and Zn protected from ruminal degradation (SM+protocol). The experimental design was a 2x2 factorial. In Exp. 1, during adaptation, animals fed only mineral supplement during rearing had a higher proportion of propionate and lower proportions of acetate and butyrate, as well as lower acetate/propionate, compared to animals fed energy supplement during rearing, regardless of finishing feed protocol. The rumen pH of animals on SM+control and SE+control dropped sharper than the other treatments ( $p < 0.05$ ). In Exp. 2, the initial body weight from animals fed energy supplement was higher than those fed only mineral supplement ( $p = 0.046$ ) during rearing. Final body weight, daily average gain, daily carcass gain and hot carcass weight were higher in the animals fed the nutritional protocol compared to those fed conventional supplement during finishing. The use of

energy supplement during rearing phase reflects positively on heavier animals in the beginning of finishing phase. The feed protocol consisting of the Bellpeso Adapt® and Bellpeso Vivaz® improves performance, resulting in greater daily carcass gain and heavier carcasses of bulls finished on pasture with high supplementation.

Keywords: adaptation, beef cattle, nutritional plan, rearing, finishing.

## **CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS**

### **INTRODUÇÃO**

Nas condições climáticas do Brasil central a maior produtividade e qualidade dos pastos na primavera/verão proporciona o ganho de peso dos animais, enquanto no período de outono e inverno ocorre o inverso devido à baixa disponibilidade e valor nutritivo da forragem. Ainda assim, a pecuária de corte brasileira é baseada na exploração de plantas forrageiras e a produtividade está relacionada com a oferta e qualidade da forragem. Deste modo, no período em que há baixa disponibilidade de forragem é ideal que se adote estratégias a fim de melhorar a produtividade animal, por meio do aumento na quantidade de alimento suplementar, como concentrados fornecidos à pasto (Barbero et al., 2017).

O sistema brasileiro de recria em pastagens pode resultar em animais com pesos corporais distintos que são destinados aos confinamentos, em função do sistema de produção adotado. Existem bovinos recriados em fazendas com mais tecnologias, desta forma, receberam suplemento com base em ingredientes concentrados e aqueles animais oriundos de fazendas com manejo adequado das pastagens, com alta disponibilidade de forragem, porém, receberam apenas suplementação mineral. Entretanto, existem também animais recriados em sistema de pastagem onde a oferta de alimento supria apenas os requerimentos para manutenção.

Em função dos diferentes sistemas adotados na recria (com ou sem suplementação energético-proteica), é esperado que existam diferenças tanto na população de microrganismos ruminais quanto na fisiologia animal (Pereira, 2019), de forma que, ao planejar estratégias com o uso de dietas com alto concentrado na terminação, faz-se necessário levar em consideração o histórico da recria, uma vez que os microrganismos e o epitélio do rúmen devem se adaptar às grandes quantidades de carboidratos não fibrosos e de fermentação rápida, provenientes de dietas ricas em amido (Watanabe, 2016).



O sistema de Confinamento Expresso<sup>®</sup>, método de terminação de bovinos criado pela Bellman/Trouw Nutrition que permite ganho de peso expressivo (acima de 0,900 kg dia) sem precisar da infraestrutura de um confinamento convencional, consiste em fornecer alimento concentrado nas quantidades acima de 1,5% do peso corporal (PC) aos animais que estão em uma determinada área de pasto. A lotação da área é determinada de acordo com a quantidade de concentrado fornecida, disponibilidade de forragem e o tempo de permanência dos animais no sistema (Reis et al., 2011), sendo uma estratégia a ser utilizada na época da seca.

A suplementação de vitaminas do complexo B em ruminantes é ignorada convencionalmente, devido observações anteriores de que elas são sintetizadas em quantidades adequadas no rúmen por microrganismos ruminais. Entretanto, pesquisas recentes relataram que os principais organismos celulolíticos no rúmen têm necessidades específicas de certas vitaminas B. Além das necessidades dos microrganismos ruminais, os bovinos de alta produção também necessitam de quantidade maior de vitaminas para manter sua produtividade e saúde (Ashwin et al., 2018). O composto de vitaminas do complexo B protegidas da degradação ruminal é uma opção a ser utilizada na dieta de bovinos de corte, com foco em melhorar a eficiência do metabolismo no fígado, com consequências benéficas no desempenho do animal.

Assim como as vitaminas, alguns microminerais como Cu e Zn, são elementos essenciais para os animais, os microminerais atuam principalmente como cofatores enzimáticos, contribuindo de forma estrutural ou funcional para a atividade de enzimas, hormônios ou vitaminas. Além dessas funções, os minerais estão envolvidos de forma indireta no metabolismo do animal (Pedreira; Berchielli, 2011). Os hidroximinerais, fonte de cobre e zinco *by pass*, com baixa solubilidade ruminal e maior biodisponibilidade, chegando intactos no intestino para serem absorvidos pela corrente sanguínea, são uma opção para fornecimento de Cu e Zn, uma vez que são essenciais para diversas funções biológicas necessárias para o adequado funcionamento do sistema imune, reprodução e o crescimento dos animais

A hipótese do presente estudo é que a recria com suplemento proteico energético associado com uma dieta de terminação composta por vitaminas do complexo B protegidas da degradação ruminal e hidroximinerais fonte de Cu e Zn de baixa solubilidade ruminal e maior biodisponibilidade, proporcionam uma melhor adaptação a dietas de alto concentrado, resultando em impactos positivos no desempenho.

Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar o histórico de recria, com suplementação mineral ou proteico energética, na terminação de tourinhos Nelore em sistema de confinamento Expresso, recebendo suplemento com ou sem inclusão de vitaminas B protegidas da degradação ruminal e hidroximinerais Cu e Zn, avaliando-se a ingestão, digestibilidade de nutrientes, parâmetros ruminais e desempenho.

## **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **SAZONALIDADE DA PRODUÇÃO DE FORRAGEM**

A pecuária de corte brasileira é baseada essencialmente no uso de pastagens, o que torna a produção animal altamente competitiva, uma vez que custos de colheita, transporte, armazenamento e fornecimento para os animais são em grande maioria, minimizados (Marin et al., 2016). Na pecuária de corte extensiva, a sazonalidade da produção forrageira e a degradação de pastagens são as maiores dificuldades encontradas pelos produtores, as maiores causas relacionadas a baixa produtividade (Alves, 2003).

Por estar localizado em ambiente tropical com inverno seco, boa parte das áreas de pastagens brasileiras apresentam estacionalidade na produção de forragem durante determinado período do ano, causada pelas condições climáticas não favoráveis como a sazonalidade na distribuição de chuvas, luminosidade e

temperatura do ar, o que reduz o desenvolvimento das gramíneas tropicais e contribui diretamente para elevação dos custos da pecuária extensiva (Santos, 2018), quando não há correto manejo da pastagem e planejamento das estratégias nutricionais a serem utilizadas na época seca do ano.

O valor nutritivo da forragem muitas vezes está relacionado com estação do ano, como por exemplo a digestibilidade das forrageiras pode variar de 60% nas águas a 40% na seca, devido ao aumento no teor fibra e de lignina na planta (Paulino; Detmann E Zervoudakis; 2001).

O consumo de nutrientes é o principal fator que limita a produção animal, sendo a variação no desempenho geradas principalmente pela qualidade da forragem disponível e ao consumo de energia digestível (Reis et al., 2009).

O potencial de conversão da forragem em produto animal pode ser representado pelo uso da fibra, o principal componente em termos quantitativos é a fibra em detergente neutro potencialmente degradável (FDNpd). Para o uso eficiente da forragem com suplementação, devemos levar em consideração a potencialização do uso da fração FDNpd (Allen, 1996).

O aumento nos componentes fibrosos com a maturidade da forragem geralmente é baseado em espessamento da parede celular e redução nos teores de carboidratos solúveis e amido (frações A e B1), raramente superiores a 20% dos carboidratos totais (Vieira et al., 2000). O aumento da fração C, que é dependente do teor de lignina, promove redução da porção potencialmente degradável da fibra (B2), devido as interações inerentes as ligações covalentes entre a lignina e a hemicelulose (Caballero et al., 2001).

Outra entidade nutricional que deve ser considerada para determinação do valor nutritivo de uma forragem é o teor de proteína, quando em baixos teores, limita o consumo da forragem, a fermentação ruminal e a degradação da fração fibrosa do alimento, resultando em ingestão insuficiente de proteína e energia para desempenho satisfatório do animal (Reis et al., 2004).

Segundo Poppi e McLennan (1995) dietas que contêm menos de 100g de proteína bruta (PB)/kg de matéria seca (MS), limitam a síntese proteica microbiana,

possivelmente em consequência da deficiência de aminoácidos, de amônia e de energia para os microrganismos do rúmen. De acordo com os autores, para que ocorra a máxima eficiência na síntese de proteína microbiana, a dieta deverá conter, no mínimo, 160g de PB/kg de matéria orgânica digestível (MOD) no rúmen.

Devido à baixa oferta e qualidade da forragem durante a época seca do ano, o desempenho animal nas pastagens não é satisfatório para atingir ganho de peso, assim como pode haver até perda de peso nessa época do ano, dessa forma faz-se necessário o fornecimento de suplementos concentrados, considerando sempre o ponto de vista técnico-econômico (Moraes et al., 2010).

#### CONFINAMENTO EXPRESSO

O período seco é caracterizado pelo decréscimo do potencial produtivo das forrageiras e diminuição dos nutrientes, tornando a suplementação com alta proporção de concentrado na dieta (acima de 1,5% do peso vivo) uma alternativa de proporcionar melhores resultados (Siqueira, 2018). De acordo com Benatti (2020) o fornecimento de 2% do peso vivo em concentrado para o animal projeta o ganho de peso de 1@ líquida a cada 15 a 18 dias, resultando em ganhos médios diários acima de 800 gramas dia.

A correção das deficiências nutricionais do pasto via suplementação permite melhores desempenhos e propicia a redução do ciclo de produção e da idade de abate dos animais até os 24 meses de idade (Moraes et al., 2010).

Atualmente, os produtores procuram por técnicas que levem em consideração o nível de concentrado aliado às questões econômicas, metas de ganho, tempo de terminação, disponibilidade de forragem e estrutura adequada, assim como técnicas que eliminem ou minimizem o uso de níveis de volumosos na suplementação (Siqueira, 2018).

Uma estratégia é o sistema de terminação a pasto com suplementação de concentrado (Confinamento Expresso<sup>®</sup>), que consiste em fornecer alimento concentrado na quantidade média de 2% do peso corporal (PC) aos animais que estão em uma determinada área do pasto. A lotação da área é determinada de acordo com a quantidade de concentrado fornecida, disponibilidade de forragem e o tempo de permanência dos animais no sistema (Reis et al., 2011).

Estratégias de formulação de dietas com alta inclusão de concentrado em sistema de pasto reduzem o ciclo de produção e proporcionam melhor acabamento de carcaça, características cada vez mais desejadas pela indústria da carne e mercado consumidor (Carvalho e Smith, 2018), podendo tornar a atividade mais rentável, uma vez que a utilização de dietas com alta proporção de grãos diminui o custo por unidade de energia líquida de manutenção e de energia líquida de ganho (Brown et al., 2006).

Deve-se levar em consideração que dietas ricas em concentrados podem induzir alterações na fisiologia ruminal, alterando a população e proporção de microrganismos, taxa de passagem do alimento, motilidade e velocidade de absorção dos nutrientes (Van Cleff et al., 2009). Uma vez alterada a fisiologia ruminal, vários distúrbios metabólicos podem ser provocados, sendo assim, a adaptação dos animais às dietas é um fator importante para estabelecer a população microbiana do rúmen, evitando perdas como eficiência e produção dos animais (Perdigão, 2014).

#### PROTÓCOLOS DE ADAPTAÇÃO PARA DIETAS DE ALTO CONCENTRADO

Quando os animais são expostos à mudança de alimentação, passando de uma dieta a base de forragem para dietas com níveis elevados de ingredientes concentrados com grandes proporções de carboidratos não fibrosos, é necessária uma adaptação adequada (Estevam, 2016). As mudanças fisiológicas compreendem o estabelecimento ou melhora da imunidade contra vírus patógenos comuns,

reposição da água corporal, estabelecimento da estrutura social na baia ou piquete e adaptação dos microrganismos no rúmen para utilizar novos alimentos (Brown; Millen, 2009).

Sabe-se que a pecuária de corte brasileira é caracterizada como um sistema extensivo, dessa forma a maior parte dos animais que adentram os confinamentos recebem dietas a base de forragem com baixo valor energético. Sendo assim, quando os animais são submetidos ao sistema de terminação com dietas ricas em amido que são caracterizadas por grandes quantidades de carboidratos não fibrosos e rápida fermentação, é necessário cuidados que façam com que os microrganismos e o epitélio do rúmen se adaptem à mudança da dieta consumida. Por isso, o objetivo dos programas de adaptação a dietas com altos teores de concentrado é minimizar ou prevenir distúrbios nutricionais como a acidose, envolvendo equilíbrio com o aumento no desempenho (Watanabe, 2016).

O plano nutricional na fase de recria pode ser uma importante ferramenta na adaptação dos animais ao sistema de terminação com alta participação de concentrado, além de proporcionar composição corporal diferente no início da fase de terminação (Pesonen et al., 2014), e ser uma tecnologia que permite aumentar o desempenho dos animais, reduzindo a idade de abate (Reis et al., 2009).

O sistema de terminação, entretanto, pode ser comprometido pela nutrição inadequada do animal na fase de crescimento, uma vez que o tipo e a qualidade da dieta determinam o suprimento das necessidades do animal, o que reflete diretamente no desempenho e na qualidade da carcaça (Weis et al., 2017).

Em estudo sobre a adaptação de animais ao confinamento, Barbero et al., (2017) observaram que o fornecimento de apenas mistura mineral a animais recriados em pasto de *Urochloa brizantha* cv. Marandu proporcionou perda de peso corporal no período de adaptação e estes necessitaram de mais tempo para estabilizar o consumo do que animais recriados com suplementação.

Atualmente, algumas estratégias de adaptação de bovinos a rações de alto teor de concentrado em confinamento convencional vem sendo utilizadas como o protocolo de escadas e o de restrição alimentar. De acordo com Perdigão (2014), a

adaptação em escada, consiste no fornecimento de dietas com consumo *ad libitum* e níveis crescentes de concentrado com intervalo de tempo entre dietas, até que se atinja o nível final desejado de concentrado. A adaptação em restrição alimentar é feita com o controle da ingestão da dieta de terminação, limitando a energia por meio da quantidade de alimento oferecida ao animal, utilizando o peso corporal (PC) como balizador do consumo, sendo realizados aumentos graduais do fornecimento em um período pré-estabelecido.

Entretanto, não há estudos quando se fala sobre protocolos de adaptação em animais terminados no pasto com alta suplementação (Confinamento Expresso®), mas sabe-se que, o maior tempo para estabilização do consumo dos animais pode estar relacionado com o estresse sofrido durante o transporte e chegada ao destino onde os animais serão confinados, seja convencionalmente ou a pasto, assim como à mudança abrupta para dietas de alto grão e fornecimento *ad libitum*. Porém, estudos relacionados em buscar estratégias alimentares que visam aumento de ingestão de matéria seca dos animais recém-chegados ao confinamento Expresso® são escassos.

É fato que o desempenho dos animais pode ser prejudicado durante a terminação devido à má adaptação à nova dieta, além da alteração dos microrganismos ruminais que ocorre como resultado da mudança de uma dieta a base de forragem para uma de alto concentrado. Deve-se levar em consideração que os órgãos do animal envolvidos com a digestão e o metabolismo podem expandir ou contrair. Quando há fornecimento de uma dieta de alto concentrado o fígado aumenta de tamanho e o trato digestivo diminui, uma vez que os mesmos estavam aptos a trabalhar em função de uma dieta de lenta taxa de passagem o que resultava em metabolismo mais lento, proveniente de uma dieta a base de forragem.

Desta forma, medidas que possibilitem a adaptação e desenvolvimentos dos microrganismos ruminais são necessárias para prevenir o aparecimento de distúrbios metabólicos e variações no consumo (Cervieri et al., 2009).

Simultaneamente à adaptação dos microrganismos ruminais resultante à mudança de uma dieta a base de forragem para uma dieta de alto concentrado, a proporção e concentração de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) são alterados,

resultando no aumento da concentração do ácido propiônico, em associação à diminuição de ácido acético. A maior produção de ácido propiônico, em vez do ácido acético ou butírico em animais cuja dieta foi suplementada ocasiona uma maior eficiência energética, quer seja pelo maior aporte de substâncias gluconeogênicas (ácido propiônico), ou pela “retenção” de energia devido a diminuição nas perdas via metano (CH<sub>4</sub>), favorecendo, o melhor desempenho dos animais suplementados (Manella et al., 2003).

#### VITAMINAS DO COMPLEXO B

As vitaminas são compostos orgânicos necessários em pequenas quantidades no organismo, entretanto são indispensáveis para a vida. Elas participam de reações metabólicas do interior da célula, crescimento e manutenção da saúde animal. A ausência de vitaminas na dieta, ou absorção e utilização impropria causam deficiências específicas, com impossibilidade para sintetizar quantidades suficientes às demandas fisiológicas (Aquino, 2012).

As vitaminas são classificadas em hidrossolúveis e lipossolúveis. De um modo geral as vitaminas lipossolúveis possuem caráter hidrofóbico e por essa razão são encontradas no material lipídico tanto de plantas como de animais. Esta classe de vitaminas pode ser armazenada em grandes quantidades, uma vez que seu mecanismo de eliminação é bastante lento. Ao contrário das vitaminas lipossolúveis, as vitaminas hidrossolúveis normalmente não são armazenadas no organismo em quantidades apreciáveis, estas são geralmente excretadas pela urina, são componentes de sistemas de enzimas essenciais e várias estão envolvidas em reações de manutenção do metabolismo energético. As vitaminas hidrossolúveis são precursoras de coenzimas para enzimas do metabolismo intermediário, principalmente no metabolismo energético e hematopoiético (Aquino, 2012).



A suplementação de vitamina B, para ruminantes é ignorada convencionalmente, devido estudos anteriores relatarem que elas são sintetizadas em quantidades adequadas no rúmen por microrganismos ruminais. Entretanto, pesquisas recentes relataram que os principais organismos celulolíticos no rúmen têm necessidades específicas de certas vitaminas B (referências). Além das necessidades dos microrganismos ruminais, os bovinos de alta produção também necessitam de quantidade maior de vitaminas para manter sua produtividade e saúde (Ashwin et al., 2018).

Esses micronutrientes desempenham funções essenciais para a manutenção do metabolismo, produção de energia, diferenciação e crescimento celular (Said, 2004).

A maioria dos microrganismos do rúmen requerem uma ou mais vitaminas do complexo B para seu desenvolvimento ou, em muitos casos, a vitamina atua como fator estimulante do crescimento microbiano. Os requerimentos de tais vitaminas diferem individualmente e nem todos os microrganismos ruminais sintetizam todas as vitaminas do complexo B, aquelas que são sintetizadas por algumas espécies de microrganismos ruminais, satisfazem o requerimento de outras espécies e vice-versa, este fenômeno é chamado de “alimentação cruzada” (Zeoula; Geron, 2011), dessa forma pouca quantidade de vitaminas do complexo B serão destinadas ao fígado para cumprir suas funções nas reações metabólicas.

Dentre as vitaminas hidrossolúveis, o ácido pantotênico (B5), pirodoxina (B6), biotina (B7), ácido fólico (B9) e a cobalamina (B12) são micronutrientes que atuam em diversos metabolismos no organismo do animal, e são essenciais para a saúde e bem estar dos seres vivos.

A vitamina B5 ou ácido pantotênico é componente da coenzima A, um composto que atua em mais de 80 reações metabólicas e é um composto chave no equilíbrio do organismo, está presente na síntese de lipídios, proteínas e carboidratos, e pode ser também componente da coenzima de síntese de ácidos graxos (Dorival, 2012; Pereira, 2015), participando do metabolismo energético do animal.

A vitamina B6 ou piridoxina atua em mais de 15 reações dentro do metabolismo das proteínas (síntese de hemoglobina), lipídios, glicídios e carboidratos (Dorival 2012; Pereira, 2015). Também é necessária para constituição de várias enzimas do metabolismo dos aminoácidos, uma vez que participa da primeira etapa do catabolismo dos aminoácidos no fígado como carreador de grupos amino (Nelson e Cox, 2014).

A biotina ou vitamina B7, é uma vitamina do complexo B que apresenta grande importância para a lipogênese, a gliconeogênese e para o catabolismo de aminoácidos de cadeia ramificada, sendo sua principal função metabólica o transporte de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) nas reações de carboxilação e transcarboxilação (McMahon, 2002).

O ácido fólico ou vitamina B9, é essencial para a síntese de ácidos nucleicos para a síntese de material genético como DNA, proteínas do sistema imune (participando da formação de células vermelhas) e síntese proteica. Esta enzima é ativada na presença da vitamina C, e tem forte papel na atividade da vitamina B12 (Dorival, 2012).

A vitamina B12, conhecida também como cobalamina, atua como coenzima de três reações metabólicas, na mitocôndria e no citosol, está relacionada com a síntese de ácidos nucleicos, dos grupos metilo e transferência intramolecular de hidrogênio (Dorival, 2012). Participa do metabolismo dos glicídios e dos lipídios, sendo que as reações nas quais atua, são a base para todos os processos químicos orgânicos que ocorrem no organismo e por isso são essenciais. (Lima et al., 2005).

Atualmente há pouca informação sobre a influência da suplementação de vitaminas B para bovinos de corte. Algumas pesquisas que relataram a influência da suplementação de vitamina B na produção e composição do leite são apresentadas na Tabela 1.

A tiamina (Vitamina B1) na sua forma ativa, intervém no metabolismo normal dos glicídios como coenzima da oxidase do ácido pirúvico e da oxidase do ácido alfa-cetoglutarato. Esta intervém na descarboxilação oxidativa destes ácidos carbônicos, transformando ácido pirúvico em ácido acético ativado (acetil coenzima A), o ácido

alfa-cetoglutarico é transformado em ácido succínico ativado. O acetil coenzima A tem um papel fundamental no metabolismo celular e, por outro lado, vai constituir o ciclo do ácido cítrico. O ácido acético ativado constitui o elemento básico para a formação dos ácidos graxos e dos esteróis, necessários para a transformação de glicídios e lipídios (Andrighetto et al., 1982).

**Tabela 1** – Influência da suplementação de Vitamina B na produção e composição do leite

<i><b>Autores</b></i>	<i><b>Vitamina/dose</b></i>	<i><b>Resultados encontrados</b></i>
Shaver e Bal, 2005	Tiamina, 150 mg dia vaca	Maior quantidade total de leite, proteína e gordura (2,7; 0,13 e 0,10 kg dia)
Graulet et al., 2007	Ácido fólico (2,6 g dia), B <sub>12</sub> (0,5 g dia)	Maior produção total de leite e proteína do leite
Sacadura et al., 2008	Biotina protegida pelo rúmen, ácido fólico, ácido pantatênico e mistura piridoxina (3,2, 4, 40 e 25 mg g respectivamente) a 3 g dia	Maior rendimento total proteína e gordura do leite
Karkoodi e Tamizrad, 2009	Niacina aos 12, 14 e 16 g dia vaca	Com 14 g dia vaca, houve maior gordura no leite, rendimento de proteína, glicose no sangue mais alta; B hidroxibutirato inferior
Rungruang et al., 2014	Niacina protegida da degradação ruminal (4, 8 ou 12 g dia vaca)	Nenhuma mudança na produção de leite
Duplessis et al., 2014	Injeção intramuscular de ácido fólico (320 mg) e B <sub>12</sub> (10 mg) no início da lactação	Melhor rendimento de proteína no leite

**Fonte:** Adaptado de Ashwin et al., 2018.

De acordo com Ashwin et al, (2018), como o ácido fólico (B9) está envolvido no metabolismo de unidades de carbono, ele desempenha um papel importante na síntese de metionina, esta que por sua vez está envolvida na etapa de iniciação da síntese de proteínas. Os tecidos com alta taxa de divisão celular, por exemplo, as células hematopoiéticas e células da glândula mamaria, responderam positivamente à suplementação de ácido fólico (Vitamina B9).

A niacina ou vitamina B3, estão presentes no organismo sob forma de suas coenzimas muito importantes no metabolismo em geral (NAD e NADH), agindo especialmente na degradação e síntese de lipídios estruturais e glicídios (Andrighetto et al, 1982).

Dessa forma, a ausência das vitaminas na dieta, absorção e utilização impróprias causam deficiências específicas, com impossibilidade para sintetizar quantidades suficientes às demandas fisiológicas. A falta sistemática de determinada vitamina pode desencadear estado de avitaminose (ausência de vitamina), sendo assim, não só a quantidade de vitamina deve ser considerada, mas também a sua função biológica (Mendonça Júnior et al., 2010).

## MINERAIS

Os minerais são constituintes inorgânicos do corpo animal e encontram-se em quantidades geralmente variadas, em razão do tecido ou órgão analisado, sendo que estão sempre em proporções pequenas nos tecidos corporais, exceto no tecido ósseo, quando comparados às gorduras e proteínas. Podem corresponder a até 4% do peso vivo do animal e têm especificidade de funções muito distintas (Silva; Martins; Borges, 2017).

Os elementos minerais são requeridos para o normal funcionamento de basicamente todos os processos bioquímicos do corpo, sendo dieteticamente essenciais para todos os animais. Os requerimentos de minerais não são constantes, mas dependem de fatores dietéticos e fisiológicos que afetam a absorção ou a demanda fisiológica. Os macrominerais participam principalmente de funções estruturais e fisiológicas, enquanto os microminerais atuam principalmente como cofatores enzimáticos, contribuindo de forma estrutural ou funcional para a atividade de enzimas, hormônios ou vitaminas. Além dessas funções, os minerais estão envolvidos de forma indireta no metabolismo do animal (Pedreira; Berchielli, 2011).

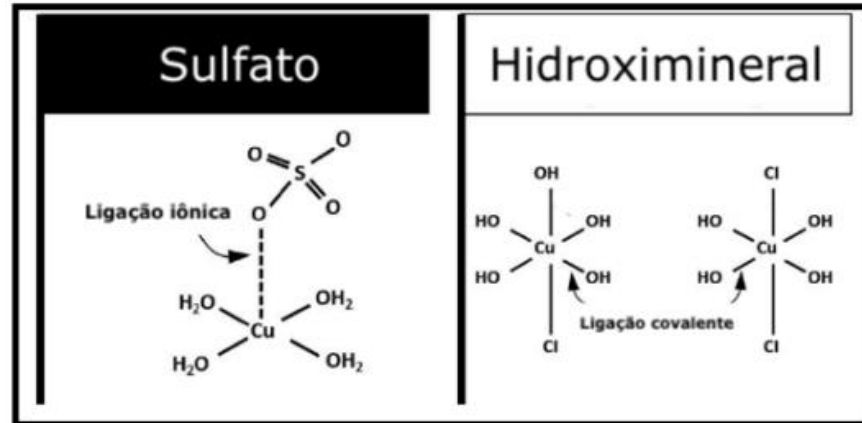
Sabe-se que o coeficiente de absorção de minerais inorgânicos de animais adultos é de apenas 5% ou menos, sendo que os principais fatores estão relacionados com as interações negativas com outros minerais. Portanto, para garantir que esses microminerais sejam absorvidos em quantidades satisfatórias e que atuem ativamente

no metabolismo dos animais é preciso avaliar fontes nas quais esses microminerais são ofertados aos animais (Lobato, 2020), para que haja melhor biodisponibilidade dos mesmos resultando em melhor absorção e conseqüentemente resultem em melhores resultados produtivos.

Sérios distúrbios metabólicos são provocados quando os animais são alimentados com dietas que contêm proporções desequilibradas, com deficiência ou excesso desses elementos, neste sentido, estratégias de suplementação mineral para melhor atender as exigências dos animais são pontos de destaque no cenário produtivo atual, uma vez que os animais ruminantes necessitam desses elementos para a realização de diversos processos biológicos e máximos desempenhos produtivos. A disponibilidade, absorção e utilização dos minerais são sensíveis às interações orgânicas e inorgânicas, entre componentes da dieta. Sendo assim, a disponibilidade e utilização metabólica de minerais dependem de sua passagem pelo rúmen, assim como suas interações com a microbiota que pode afetar a sua posterior liberação e transformação (Mendonça Júnior et al., 2011).

As primeiras fontes a serem utilizadas para a suplementação mineral na dieta foram as inorgânicas, sendo utilizadas formas de sulfatos, óxidos ou carbonatos (Leeson; Summers, 1997), no entanto, as propriedades químicas das fontes inorgânicas, as quais são formadas por ligações iônicas, se dissociam facilmente no trato digestivo, possibilitando a formação de quelatos entre mineral-mineral e outros nutrientes (aminoácidos e proteína), e por fim, quando ligado ao antagonista, os microminerais não ficam disponíveis, prejudicando o processo de absorção (Cohen, Steward, 2014).

O hidroximineral foi desenvolvido em função dos aspectos negativos causados pelo uso das fontes mencionadas acima. Este composto contém ligações covalentes entre o mineral e grupos de OH, proporcionando maior resistência às condições do trato digestivo, em comparação as fontes convencionais como sulfatos por exemplo (Figura 1), sendo assim, espera-se que mais minerais biologicamente disponíveis possam atingir o local alvo de absorção que é o intestino delgado, sem que ocorram interações negativas (Cohen, Steward, 2014).



**Figura 1.** Características químicas das diferentes fontes de minerais.

Fonte: Kvidera (2019).

O cobre (Cu) e o zinco (Zn) são considerados essenciais para o melhor funcionamento do sistema imunológico (SILVA, et al., 2017). A deficiência de Cu pode resultar em um decréscimo das células produtoras de anticorpos, diminuindo a resposta imune (McDowell, 1999). O Zn é um elemento que exerce importante função no sistema imunológico e tem sido relacionado praticamente com todos os aspectos de imunidade (Pedreira; Berchielli, 2011).

Os hidroximinerais tem múltiplas funções como um componente de complexos metaloenzimáticos, controlando a expressão gênica, apetite, metabolismo de gordura e respostas imunes (zinco) e contribui para a formação de hemoglobina, crescimento e defesa antioxidante (cobre) (McDowell, 2003; Neville, 2010).

Zanetti (2014) cita que as utilizações dos minerais nas diferentes formas complexadas podem oferecer algumas vantagens quando comparados as fontes inorgânicas, como: biodisponibilidade superior, maior retenção nos tecidos, menor eliminação nas fezes, baixa interação com outros elementos minerais, maior absorção por existir um mecanismo de absorção diferente.

Há conhecimento de que a atividade microbiana no rúmen é essencial para promover a digestibilidade otimizada da fibra em detergente neutro (FDNd), fundamental para a produção de ácidos graxos de cadeia curta, que são importante

fontes de energia para ruminantes. Metais como cobre e zinco têm propriedades antimicrobianas conhecidas (Lemire et al., 2013), sendo assim as fontes de minerais cobre e zinco de origem sulfatados quando hidrolisadas no rúmen possuem propriedades antimicrobianas que podem potencialmente prejudicar as bactérias fibrolíticas benéficas (Kvidera, 2019).

Genther e Hansen (2015) avaliaram o efeito da fonte (sulfatos ou hidroximinerais) e concentração (baixo ou alto) de minerais na digestão ruminal e solubilidade ruminal de vacas, e observaram que a suplementação de minerais sulfatados diminuiu a digestibilidade da matéria seca (MS), enquanto a suplementação com hidroximinerais não afetou a digestibilidade da MS. Os autores ainda pontuaram que Cu e Mn de fontes hidroximinerais eram relativamente insolúveis no rúmen, mas tinham solubilidade semelhante aos minerais sulfatos no pH encontrado no abomaso, sugerindo que esses minerais deveriam estar disponíveis para absorção no intestino.

Faulkner e Weiss (2017) observaram aumento da digestibilidade de FDN quando vacas leiteiras foram alimentadas com hidroximinerais, podendo sugerir que a suplementação de hidroximinerais é benéfica para bactérias celulolíticas, e uma provável explicação é que os metais que ficam na forma livre inibem micróbios que digerem as fibras. Os autores citam que reduzir a concentração de oligoelementos solúveis, particularmente Cu, por meio da alimentação de hidroximinerais pode aumentar a digestibilidade ruminal.

## **CAPÍTULO 2 – PARÂMETROS RUMINAIS E DESEMPENHO DE TOURINHOS NELORES TERMINADOS A PASTO E SUBMETIDOS A DUAS ESTRATÉGIAS ALIMENTARES**

### **INTRODUÇÃO**

Na bovinocultura de corte, a fase de recria é de extrema importância, pois reflete positivamente ou negativamente na terminação dos animais. A suplementação na recria de bovinos de corte na estação chuvosa pode promover incremento no desempenho e proporcionar animais mais pesados na terminação (BARBERO et al., 2017), uma vez que o aumento na participação de concentrado na dieta de bovinos pode aumentar o peso de carcaça em relação ao peso corporal, devido à redução do trato digestivo, principalmente redução do tamanho do rúmen (CARSTENS et al., 1991).

A produção de carne a pasto segue a sazonalidade da oferta de forragem, em que a curva de crescimento dos animais é satisfatória durante a estação chuvosa, e, durante a estação seca, os animais apresentam dificuldades em ganhar ou até mesmo manter o peso (BARROSO, 2018), dessa forma faz-se necessário buscar estratégias que minimizem as dificuldades encontradas durante a estação seca.

O sistema de Confinamento Expresso<sup>®</sup>, consiste em fornecer alimento concentrado nas quantidades acima de 1,5% do peso corporal (PC) aos animais que estão em uma determinada área de pasto. A lotação da área é determinada de acordo com a quantidade de concentrado fornecida, disponibilidade de forragem e o tempo de permanência dos animais no sistema (REIS et al., 2011).

A oferta de suplementação de alto concentrado promove diversas mudanças no metabolismo fisiológico dos animais, dentre essas, o aumento no tamanho do fígado que está sendo mais demandado devido à mudança de dieta, deve ser pontuado, uma vez que não se deve levar em consideração apenas a mudança da microbiota ruminal, mas também a eficiência do metabolismo do fígado, garantindo



melhor consumo desde a fase de adaptação com consequente aumento no desempenho durante toda a fase de terminação.

O composto de vitaminas do complexo B protegidas da degradação ruminal é uma opção a ser utilizada na dieta de bovinos de corte, com foco em melhorar a eficiência do metabolismo no fígado, com consequências benéficas no desempenho do animal. Outra tecnologia que pode ser utilizada associada ao composto de vitaminas B protegidas da degradação ruminal, são os hidroximinerais, fonte de cobre e zinco *by pass*, ou seja, também não se dissolvem no rúmen, nem reagem com outros nutrientes, chegando intactos no intestino para serem absorvidos pela corrente sanguínea. Os microminerais são essenciais para diversas funções biológicas necessárias para o adequado funcionamento do sistema imune, a reprodução e o crescimento dos animais (REIS; LAGE, 2019).

A hipótese do presente estudo é que a recria com suplemento proteico energético associado com protocolo de terminação composto por vitaminas do complexo B protegidas da degradação ruminal e hidroximinerais fonte de Cu e Zn de baixa solubilidade ruminal e maior biodisponibilidade, proporcionem uma melhor adaptação a dietas de alto concentrado em animais terminados no pasto, resultando em impactos positivos no desempenho.

Objetivou-se com o presente estudo, avaliar o potencial produtivo e metabolismo de tourinhos Nelore, oriundos de suplementação com mineral ou proteico energético e submetidos a estratégias nutricionais na terminação em Confinamento Expresso com ou sem vitaminas B protegidas da degradação ruminal e hidroximinerais fonte de Cu e Zn de baixa solubilidade ruminal.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Esta pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso dos Animais (CEUA) da Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho – Campus de

Jaboticabal (Protocolo nº 006000/19), estando todos os procedimentos realizados de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal, adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação (COBEA).

### *Área experimental*

Dois experimentos foram conduzidos simultaneamente no setor de Forragicultura da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária (FCAV) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), campus de Jaboticabal, São Paulo, localizada a 21°15'22” Sul, 48°18'58” Oeste, à 595 metros de altitude, onde o clima observado na região é subtropical do tipo AWA de acordo com a classificação de Köppen. O solo do local é um Latossolo Vermelho (EMBRAPA, 2013).

O período de avaliação durante a fase de terminação foi de junho a outubro de 2019, com 14 dias de adaptação ao suplemento e 106 dias de avaliação, totalizando 120 dias experimentais.

Os dados meteorológicos (Tabela 2) registrados durante o período experimental são provenientes do acervo do Departamento de Ciências Exatas da Estação agroclimática do Campus de Jaboticabal.

**Tabela 2.** Dados climáticos observados em Jaboticabal, São Paulo.

Período	Temperatura (°C)			Chuva (mm)
	Máxima	Mínima	Média	
jun/19	31,2	8,8	20,0	11,5
jul/19	31,0	2,9	16,8	9,3
ago/19	35,5	11,0	23,3	8,6
set/19	38,8	14,0	26,4	42,2

Fonte: Departamento de Ciências Exatas, UNESP, Jaboticabal – SP.

A avaliação da massa de forragem, foi realizada a cada 28 dias, por meio do corte e coleta de três amostras de forragem por piquete, em pontos representativos da altura média do dossel. A amostra foi cortada rente ao solo em área delimitada por

moldura circular de 0,25 m<sup>2</sup>. As amostras foram pesadas e posteriormente, obtida uma sub-amostra, que foi utilizada para obtenção da estimativa da disponibilidade de matéria seca total (MST, kg MS ha<sup>-1</sup>) de forragem de cada piquete. As amostras foram secas em estufa com circulação de ar a 55°C por 72 horas.

A avaliação da composição química-bromatológica da forragem (Tabela 3) foi avaliada em amostras de forragem coletadas por simulação manual de pastejo (SOLLENBERGER; CHERNEY, 1995), a cada 30 dias. As amostras de forragem foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas, e posteriormente processadas em moinho do tipo Willey, com peneira de malha com crivo de 2 mm para amostras destinadas à análise de fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), conforme Valente et al. (2011), e com peneira de malha com crivo de 1 mm para as demais análises. As amostras dos alimentos concentrados foram destinadas aos mesmos procedimentos de processamento.

**Tabela 3.** Massa de forragem e composição química do capim Marandu através do pastejo simulado de tourinhos Nelore durante a fase de terminação na estação seca (médias de Junho a Setembro, 2019).

Item	Meses			
	Jun	Jul	Ago	Set
<i>Massa de forragem</i>				
Massa total (kg ha <sup>-1</sup> )	7199	6277	5883	4968
Folhas verdes (kg ha <sup>-1</sup> )	1025	442	387	682
Colmos+bainhas (kg ha <sup>-1</sup> )	1160	546	349	401
Material morto (kg ha <sup>-1</sup> )	5014	5289	5146	3884
<i>Composição química</i>				
Matéria orgânica (%)	90,85	93,42	91,85	90,27
Proteína bruta (%)	12,31	9,78	13,46	16,57
Energia bruta (MJ/kg)	17,49	17,65	17,79	18,28
FDN (%)	59,8	70,58	60,76	51,76
FDA (%)	26,37	35,25	30,31	25,18
Lignina (%)	4,76	6,66	4,61	3,93
FDNi (%)	17,92	26,33	24,21	16,44

FDN = fibra detergente neutro; FDA = fibra detergente ácido; FDNi = fibra detergente neutro indigestível.

A matéria seca (MS) e matéria orgânica (MO) foram estimadas conforme procedimentos descritos em AOAC (1990). A proteína bruta foi estimada utilizando aparelho LECO® FP 528 (Leco Corporation, Michigan, USA). As determinações de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas conforme princípios descritos por Mertens (2002) utilizando equipamento ANKOM® 2000 (Ankom Technologies, New York, USA). A determinação da FDN dos concentrados foi realizada utilizando-se  $\alpha$ -amilase termo-estável (VAN SOEST, ROBERTSON and LEWIS, 1991). As análises de FDA e lignina (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 72%) foram determinadas segundo Robertson and Van Soest (1981), e nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) conforme recomendações de Licitra et al. (1996). As estimativas de FDNi da forragem, dos concentrados e das fezes foram obtidas por procedimento de incubação *in situ* por 288 horas (VALENTE et al., 2011). A energia bruta foi obtida utilizando bomba calorimétrica adiabática (PARR Instrument Company 6300, Illinois, USA).

#### ANIMAIS E TRATAMENTOS EXPERIMENTAIS

##### *Histórico de recria*

Anteriormente ao presente estudo, os animais foram recriados por 180 dias (Dezembro à Junho) em piquetes formados por *Urochloa brizantha* cv. Marandu, estes foram manejados a 25 cm de altura, em sistema de lotação contínua e taxa de lotação variável, utilizando a técnica de “*put and take*” (Moot & Lucas, 1952) com oferta de forragem média de 6,53 kg MS kg PC. Os animais iniciaram a recria com peso corporal (PC) médio de 211 kg e foram divididos em dois grupos distintos: no primeiro grupo os animais foram recriados recebendo 0,3% do PC de suplemento energético 15% de PB e 13 MJ kg MS e tiveram ganho médio diário de 0,870 kg dia<sup>-1</sup>, e no segundo grupo os animais foram recriados recebendo suplemento mineral a vontade e tiveram ganho médio diário de 0,770 kg dia<sup>-1</sup>. A estratégia utilizada na recria dos animais foi

considerada para distribuição e formação dos tratamentos do presente estudo (Teobaldo, 2021; dados não publicados).

### *Terminação dos animais*

A área experimental para a avaliação dos animais em pastejo durante a fase de terminação é formada por *Urochloa brizantha* cv. Marandu, em um total de 19,2 ha, divididos em 24 piquetes.

Os piquetes foram manejados em sistema de lotação contínua e taxa de lotação fixa, sendo utilizados 3,0 UA ha<sup>-1</sup>, avaliando-se a oferta de forragem ao longo do período experimental. Essa taxa de lotação pré-definida tem sido utilizada durante a época de seca na área desde o ano de 2006 sem prejudicar a rebrota e persistência do pasto.

Todos os piquetes eram providos de cocho (40 cm por animal) e bebedouro. O curral de manejo é dotado de tronco de contenção e balança digital.

Os animais foram distribuídos em dois grupos, sendo submetidos a dois tratamentos:

-Controle: com suplementação de mineral inorgânico sem suplementação de uma mistura de vitamina B protegida no rúmen (BellPeso Express®).

-Protocolo: com suplementação de uma mistura de vitamina B protegida no rúmen, contendo ácido pantotênico (B5), piridoxina (B6), ácido fólico (B9), biotina (B7) e cianocobalamina (B12) (Vivalto® — Trouw Nutrition, Isola Vicentina, Itália), e minerais traço de hidroxila, cobre e zinco (IntelliBond® — Micronutrients Inc., Indianapolis, IN, EUA).

O fornecimento de concentrado foi à vontade para os animais desde o primeiro dia de adaptação.

### *Experimento 1*

Foram utilizados 16 bovinos Nelore castrados, com peso corporal inicial médio de 529 kg, canulados no rúmen para avaliação de parâmetros metabólicos. Foram

avaliados 04 tratamentos, sendo que em cada tratamento foram utilizados 04 animais, e estes foram distribuídos em 02 piquetes por tratamento.

Os animais foram identificados com brincos, vermifugados e distribuídos nos piquetes, utilizando dois animais por piquete.

Primeiramente, os animais foram adaptados por 14 dias com sal mineral ou suplemento proteico energético, de acordo com o histórico de recria vivido pelos animais de desempenho na fase anterior ao presente trabalho. Após essa adaptação os mesmos foram distribuídos de acordo com o histórico de recria: animais que receberam suplemento mineral e animais que receberam suplemento proteico energético, e assim foram distribuídos aleatoriamente em quatro tratamentos na fase de terminação, em delineamento fatorial 2x2, sendo que, os históricos de recria (suplementação proteico energético e suplementação mineral) foram combinados com os dois protocolos nutricionais de terminação:

(1) Animais recriados com suplemento energético e terminados com suplemento convencional (BellPeso Express<sup>®</sup> - dieta de adaptação e final) (PE+Controle);

(2) Animais recriados com suplemento energético terminados com um protocolo nutricional com uso de um produto específico (BellPeso Adapt<sup>®</sup>) na adaptação e outro na dieta final (BellPeso Vivaz<sup>®</sup>), com adição de vitaminas do complexo B protegidos da degradação ruminal, microminerais Cu e Zn e aditivos que atuam no controle ruminal, imunológico e de reidratação do organismo (PE+Protocolo);

(3) Animais recriados com suplemento mineral terminados com suplemento convencional (BellPeso Express<sup>®</sup> - dieta de adaptação e dieta final) (ME+Controle);

(4) Animais recriados com suplemento mineral e terminados com um protocolo nutricional com uso de um produto específico (BellPeso Adapt<sup>®</sup>) na adaptação e outro na dieta final (BellPeso Vivaz<sup>®</sup>), com adição de vitaminas do complexo B e microminerais Cu e Zn protegidos da degradação ruminal e aditivos que atuam no controle ruminal, imunológico e de reidratação do (ME+Protocolo).

Os animais foram terminados em pastagens (100 dias) recebendo suplementação ad libitum (Tabela 4) desde o primeiro dia de adaptação.

**Tabela 4.** Composição química do suplemento na terminação de bovinos Nelore na estação da seca (Junho a Setembro de 2019) em sistema de Confinamento Expresso.

	Suplementos		
	Controle <sup>1</sup>	Protocolo Inicial <sup>2</sup>	Protocolo Final <sup>3</sup>
<i>Ingredientes (%MN)</i>			
Farelo de soja	3,5	3,5	3,5
Farelo de algodão	3,9	3,9	3,9
Milho moído	87,0	87,0	87,0
Ureia	1,6	1,6	1,6
Núcleo	4,0	4,0	4,0
<i>Composição química (%)</i>			
Matéria orgânica	91,98	91,98	91,98
Proteína bruta	17,41	17,41	17,41
FDN	13,83	13,83	13,83
FDA	5,68	5,68	5,68
EB (MJ kg <sup>-1</sup> MS)	15,91	15,91	15,91

<sup>1</sup>Composição do Núcleo: Ca (7,60 g/kg); Cl (2,44 g/kg); K (4,90 g/kg); Mg (4,02 g/kg); N (9,75 g/kg); Na(3,64 g/kg); P (3,20 g/kg); S total (6,80 g/kg); Biotina total (94,74 mcg/kg); Ácido Fólico total (0,19 mg/kg); Niacina total (22,12 mg/kg); Ácido pantotênico total (6,08 mg/kg); Vit A total (3740 IU); Vit B1 (3,45 mg/kg); Vit B2 total (1,34 mg/kg); Vit B6 total 4,69 (mg/kg); Vit D3 (360 IU); Vit E (54,00 IU); Co (0,59 mg/kg); Co total (1,11 mg/kg); Cu total (15 mg/kg); Fe total (118,95 mg/kg); I total (0,70 mg/kg); Mn total (43,00 mg/kg); Se total (0,25 mg/kg); Zn total (62,00 mg/kg); Monensina sódica (23,40 mg/kg).

<sup>2</sup>Composição do Núcleo: Ca (100/150 g/kg); K (75 g/kg); Mg (69 g/kg); Na(81 g/kg); P (30 g/kg); S total (25 g/kg); Biotina total (19 mg/kg); Ácido Fólico total (25 mg/kg); Ácido pantotênico total (228 mg/kg); Vit A total (67000 IU); Vit B2 total (1750 ug/kg); Vit B6 total (145 mg/kg); Vit D3 (9500 IU); Vit E (860 IU); Co total (33 mg/kg); Cu total (335 mg/kg); I total (24 mg/kg); Mn total (1160 mg/kg); Se total (6 mg/kg); Zn total (1237 mg/kg); F (500 mg/kg); Monensina sódica (285 mg/kg); Mananoligossacarídeo (6720 mg/kg); Saccharomyces cerevisiae (4,2x10<sup>8</sup> ufc/kg); Virginamicina (715 mg/kg)

<sup>3</sup>Composição do Núcleo: Ca (7,00 g/kg); Cl (2,47 g/kg); K (4,90 g/kg); Mg (3,92 g/kg); N (9,60 g/kg); Na(3,64 g/kg); P (3,20 g/kg); S total (6,80 g/kg); Biotina total (16244,41 mcg/kg); Ácido Fólico total (21,94 mg/kg); Niacina total (22,19 mg/kg); Ácido pantotênico total (206,08 mg/kg); Vit A total (8445,94 IU); Vit B1 (3,47 mg/kg); Vit B12 (2000,00 mcg/kg) Vit B2 total (1,34 mg/kg); Vit B6 total (132,21 mg/kg); Vit D3 (1509,20 IU); Vit E (95,34 IU); Co (0,59 mg/kg); Co total (1,11 mg/kg); Cu Intellibond (10,00 mg/kg); Cu total (24,98 mg/kg); Fe total (119,04 mg/kg); I total (24,00 mg/kg); Mn total (43,00 mg/kg); Se total (0,25 mg/kg); Zn Intellibond (35,00 mg/kg); Zn total (96,55 mg/kg); Monensina sódica (23,40 mg/kg).

MN = matéria natural; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; EB = energia bruta.

#### CONSUMO DOS NUTRIENTES

O consumo de matéria seca do concentrado foi avaliado nos animais mantidos em cada piquete por meio da pesagem do alimento fornecido diariamente, e consequente pesagem das sobras antes do trato da manhã seguinte, 24 horas após o fornecimento, sendo permitida sobra entre 3 a 5% do fornecido total.

As avaliações de consumo foram realizadas no último período. Para estimativa da produção fecal foi utilizado como marcador externo o óxido crômico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), fornecido na dose de 10 gramas durante 10 dias, sendo sete dias de adaptação e os três dias finais de coleta de fezes. O óxido crômico foi acondicionado em cartuchos de papel e fornecido diretamente no rúmen, às 09 horas da manhã.

As coletas de fezes foram realizadas duas vezes por dia, conforme programação: 08º dia – 07h00 e 13h00; 09º dia – 09h00 e 15h00; e 10º dia – 11h00 e 17h00. Posteriormente, as amostras foram secas a 55°C por 72 horas, processadas e realizada uma amostra composta dos 3 dias de coleta por animal, por período e armazenadas para posterior análise química. O consumo de forragem foi calculado a partir das estimativas de excreção fecal e da FDNi como marcador interno.

#### PARÂMETROS RUMINAIS

O pH foi avaliado em amostras de líquido ruminal. Durante o período de adaptação dos animais à dieta, ocorreram coletas nos dias 1; 5; 10; e 14 (após o início do período experimental). Após a adaptação, as coletas ocorreram nos dias 15; 41; 42; 69; 70; 99 e 100.

As amostras de líquido ruminal foram coletadas antes da suplementação (0 horas) e 6 horas após a suplementação. O conteúdo ruminal foi coletado via cânula e imediatamente filtrado através de três camadas de gaze para obtenção do líquido ruminal.

O pH ruminal foi aferido por meio de peagâmetro digital. As concentrações de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) foram avaliadas segundo as recomendações do método de Famme e Knudsen (1984), em cromatógrafo a gás (SHIMADZU 2014 AF).



## COMUNIDADE BACTERIANA RUMINAL

A comunidade bacteriana ruminal foi avaliada apenas dos animais oriundos de recria com suplemento proteico energético associada aos dois protocolos de terminação em que os animais foram submetidos.

As amostras de conteúdo ruminal para análises da comunidade bacteriana ruminal foram coletadas 0 horas antes à suplementação dos animais. A coleta ocorreu no dia 15; após o período de adaptação. Foi amostrado aproximadamente 50 g de conteúdo da região ventral do rúmen, coletando fração sólida e fração líquida do conteúdo ruminal, imediatamente acomodado em caixas térmicas com gelo e transportados para o laboratório.

No preparo das amostras para a formação do pellet bacteriano foi adicionado 50 mL de solução de PBS (pH 7,4) a 4°C e agitado manualmente por três minutos. O material preparado foi filtrado em pano estéril com porosidade de 100 micras. Os pellets bacterianos foram formados conforme metodologia de Granja-Salcedo et al. (2017).

Aproximadamente 250 mg do pellet bacteriano foram utilizados para realizar a extração de DNA. Utilizou-se 200 mg do pellet obtido e o kit de extração Quick-DNA™ Fecal/Soil Microbe Miniprep (HENDERSON et al., 2013) e para a etapa de lise celular foi utilizado o FastPrep 24 (MP, Biomedical). A avaliação do rendimento do DNA extraído foi realizada por espectrofotometria (NanoDrop® ND1000 Spectrophotometer, Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA) e fluorometria (Qubit® 3.0, kit Qubit® dsDNA Broad Range Assay Kit, Life Technologies) e a integridade do DNA foi verificada em gel de agarose 0,8%.

Para identificação e quantificação da comunidade bacteriana ruminal foi realizado o sequenciamento da região V5-V6 do gene 16S rRNA bacteriano. A amplificação dessa porção do gene 16S rRNA foi realizada em reação de PCR utilizando-se o primer forward 515F (5'GTGNCAGCMGCCGCGGTAA-3') e o reverse 926R (5'-CCGYCAATTYMTTTRAGTTT-3'). Foram utilizados 20 ng de DNA total de

cada amostra, e 1,25 mM de MgCl<sub>2</sub>; 200 µM de dNTP; 1,0 U da enzima Taq DNA polimerase (Invitrogen); solução tampão para reação de PCR [1x]; 10 pmol de cada oligonucleotídeo iniciador e H<sub>2</sub>O para um volume final de 20 µL. As reações de PCR foram realizadas em 95°C por 3 minutos, 40 ciclos com desnaturação a 95°C por 30 segundos, pareamento a 53,8°C por 30 segundos, extensão a 72°C por 45 segundos e extensão final a 72°C por 10 minutos. As reações de PCR foram realizadas em duplicata e reunidas equimolarmente.

Os produtos da PCR foram verificados em gel de agarose (1%) quanto à pureza e o tamanho dos fragmentos foi estimado por comparação com marcador 1 kb plus DNA ladder (1 kb plus DNA ladder, Invitrogen, Carlsbad, CA, USA). Os fragmentos de PCR foram purificados usando o kit Zymoclean™ Gel DNA Recovery, conforme recomendações do fabricante. A realização do sequenciamento foi no Illumina MiSeq® utilizando o Reagent Kit v2 no Laboratório Multiusuário Centralizado para Sequenciamento de DNA em Larga Escala e Análise de Expressão Gênica do Departamento de Tecnologia da FCAV/UNESP.

#### ANÁLISE ESTATÍSTICA

As variáveis de consumo foram analisadas em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2 x 2 (A x B; Fator A: 2 históricos de recria – suplemento mineral ou suplemento proteico energético e fator B: 2 estratégias de suplementação – Bell Peso Express® (dieta de adaptação e final) ou BellPeso Adapt (14 dias) + BellPeso Vivaz (dieta final) utilizando modelos mistos do procedimento MIXED do SAS (SAS INST. INC., CARY, NC, USA). Foram testados os efeitos fixos do fator A, fator B e a interação entre os fatores. A unidade experimental adotada foi o animal ( $n=16$ ). As variáveis referentes aos parâmetros ruminais foram analisadas em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2 x 2, com medidas repetidas no tempo, usando o procedimento MIXED do SAS. Os tratamentos e o tempo foram considerados efeitos fixos, e animais foram considerados efeitos aleatórios. Os dados foram testados para a melhor estrutura de covariância com o

menor critério de informação de Akaike corrigido (AICC). As médias foram comparadas usando o teste de Tukey. Para todas as análises, a significância foi declarada à  $P \leq 0,05$ .

Os dados de abundância microbiana ruminal e vias funcionais da Kyoto Encyclopaedia of Genes and Genomes (KEGG) foram avaliados entre os suplementos pelo teste de Wilcoxon não pareado no software R (versão 3.6.3).

Foi realizada uma PERMANOVA (Permutational Multivariate Analysis of Variance Using Distance Matrices) para os dados de taxonomia microbiana e funcionalidade em função dos suplementos no QIIME baseada no índice unweighted-unifrac com 999 permutações.

## *Experimento 2*

### ANIMAIS E TRATAMENTOS EXPERIMENTAIS

Foram utilizados como animais *testes* 48 tourinhos Nelore, não castrados, oriundos recria de suplementação mineral ou proteico-energética, para avaliação de desempenho animal, com peso corporal inicial médio de 345 kg. Foram avaliados 04 tratamentos, com 12 animais por tratamento distribuídos em quatro piquetes (repetição) por tratamento, totalizando 16 piquetes.

Os animais foram identificados com brincos numerados, vermifugados e distribuídos nos piquetes, utilizando três animais por piquete.

Primeiramente, os animais foram distribuídos de acordo com o histórico de recria: animais que receberam suplemento mineral ou animais que receberam suplemento proteico energético, e assim foram distribuídos aleatoriamente em dois tratamentos na fase de terminação, em delineamento fatorial 2x2, sendo que, os históricos de recria (suplementação proteico energético ou suplementação mineral) foram combinados com os dois protocolos nutricionais de terminação:

(1) Animais recriados com suplemento energético terminados com suplemento convencional (BellPeso Express® - dieta de adaptação e final) (PE+Controle);

(2) Animais recriados com suplemento energético terminados com um protocolo nutricional com uso de um produto específico (BellPeso Adapt<sup>®</sup>) na adaptação e outro na dieta final (BellPeso Vivaz<sup>®</sup>), com adição de vitaminas do complexo B protegidos da degradação ruminal, microminerais Cu e Zn e aditivos que atuam no controle ruminal, imunológico e de reidratação do organismo (PE+Protocolo);

(3) Animais recriados com suplemento mineral terminados com suplemento convencional (BellPeso Express<sup>®</sup> - dieta de adaptação e dieta final) (SM+Controle);

(4) Animais recriados com suplemento mineral terminados com um protocolo nutricional com uso de um produto específico (BellPeso Adapt<sup>®</sup>) na adaptação e outro na dieta final (BellPeso Vivaz<sup>®</sup>), com adição de vitaminas do complexo B e microminerais Cu e Zn protegidos da degradação ruminal e aditivos que atuam no controle ruminal, imunológico e de reidratação do organismo (SM+Protocolo).

Os animais foram terminados em pastagens (120 dias) recebendo suplementação ad libitum (Tabela 4) desde o primeiro dia de adaptação.

#### CONSUMO DOS NUTRIENTES

O consumo de matéria seca do concentrado foi avaliado nos animais mantidos em cada piquete por meio da pesagem do alimento fornecido diariamente, e consequente pesagem das sobras antes do trato da manhã seguinte, 24 horas após o fornecimento, sendo permitida sobras de 3 a 5% da quantidade total fornecida.

#### DESEMPENHO ANIMAL

O período experimental destinado para a avaliação de desempenho dos animais foi de 120 dias, incluindo a fase de adaptação de 14 dias. Os animais foram pesados no início e no final do período experimental, às 05h30min, após jejum prévio alimentar e hídrico de 14 horas. Pesagens intermediárias a cada 28 dias (sem jejum) foram realizadas.

Os animais foram abatidos em frigorífico comercial, seguindo o fluxo do estabelecimento. Imediatamente após o abate, o peso de carcaça quente (kg) foi obtido para cálculo do rendimento de carcaça, em relação ao PC final, ganho diário de carcaça e eficiência biológica. Foram utilizadas as seguintes equações:

$$\text{Ganho de PC (kg)} = \textit{Peso corporal final} - \textit{Peso corporal inicial}$$

$$\text{Ganho Médio Diário (kg dia)} = \frac{\textit{Ganho de peso corporal}}{\textit{Dias confinados}}$$

$$\text{Rendimento de carcaça (\%)} = \left( \frac{\textit{kg carcaça final}}{\textit{kg PC final}} \right) \times 100$$

$$\text{Ganho diário de carcaça (kg dia)} = \frac{(\textit{Peso de carcaça final} - \textit{Peso de carcaça inicial})}{\textit{Dias confinados}}$$

$$\text{Eficiência Biológica (kg MS @)} = \left( \frac{15}{\textit{ganho diário de carcaça}} \right) \times \textit{CMSS}$$

Onde PC = peso corporal, CMSS = consumo de matéria seca de suplemento, @ = 15 kg de carcaça.

#### ULTRASSONOGRAFIA

Durante a pesagem dos animais, foram realizadas medidas de ultrassom para a mensuração da espessura de gordura subcutânea (EGSP8) na região da garupa, área de olho de lombo (AOL) e a espessura de gordura subcutânea entre 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costela. As medidas foram obtidas no início da terminação, aos 60 dias do Confinamento Expresso<sup>®</sup> e no final da terminação.

Foi utilizado um equipamento de ultrassom Aloka 500V (Hitachi Aloka Medical, Ltd, Tóquio, Japão) equipado com um transdutor linear de 17,2 cm e 3,5 MHz. As imagens foram coletadas por um técnico certificado pela Ultrasound Guideline Council

e as imagens foram interpretadas usando o software Biosoft Toolbox<sup>®</sup> II (Biotronics, Inc., Ames, Iowa, EUA).

#### COMPORTAMENTO INGESTIVO

Foi realizada uma avaliação de comportamento ingestivo dos animais em pastejo durante o período de adaptação à dieta de terminação. Foram registrados os tempos de pastejo durante o período diurno (das 6:00 às 18:00 horas), por dois dias consecutivos nos três animais *46estes* de cada piquete.

As observações foram feitas em intervalos de dez minutos por equipe previamente treinada, constituída por um integrante em cada ponto de observação de cada turno utilizando binóculos e cronômetros. Os turnos foram divididos em quatro intervalos: início (06h00 às 09h00) e final (09h00 às 12h00) da manhã e início (12h00 às 15h00) e final (15h00 às 18h00) da tarde.

Foram utilizados seis pontos de observação localizados em locais estratégicos, fora dos piquetes, permitindo visualização de toda a área experimental, sem influenciar o comportamento de rotina dos animais. As variáveis avaliadas foram: tempo de pastejo, tempo de ócio em pé, tempo de ócio deitado, tempo de ruminação, tempo no cocho e tempo no bebedouro.

Foi contabilizado como tempo de pastejo o intervalo em que os animais selecionam a forragem, incluindo o momento de apreensão e controle do bolo alimentar. O período em que os animais se deslocavam no piquete e interagem com os outros bovinos, com a ausência da atividade de pastejo e ruminação foi computado como tempo de ócio em pé. Foi considerado como tempo de ócio deitado o intervalo em que os animais não mostraram atividades de locomoção, não ruminaram, e permaneceram em descanso, deitados.

O tempo de ruminação foi estimado durante as atividades de regurgitação, remastigação de porções dos alimentos que retornavam do rúmen à boca, e intervalo entre deglutição e a regurgitação (CABRAL et al., 2011). O período em que os animais permaneceram no cocho consumindo os suplementos foi contabilizado como tempo

de cocho. E por fim, o tempo de permanência no bebedouro foi considerado o período em que os animais consumiram água disponível.

#### PARÂMETROS SANGUÍNEOS

Amostras de sangue foram coletadas de 12 animais de cada tratamento após jejum sólido e hídrico de 14, diretamente da veia arterial no início, aos 60 dias e no final da terminação no confinamento expresso®. As amostras de sangue foram coletadas utilizando tubos comerciais de coleta de sangue à vácuo sem anticoagulante e tubos à vácuo com fluoreto de potássio + EDTA K3.

As amostras de sangue foram centrifugadas a 2.500 x g por 20 min a 4°C e o soro ou plasma resultante foi decantado e armazenado a -20°C até a análise laboratorial.

As análises de insulina, enzimas do fígado e glicose foram analisadas através de kits comerciais.

#### ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todas as variáveis foram analisadas em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2 x 2 (A x B; Fator A: 2 históricos de recria – suplemento mineral e suplemento proteico energético e fator B: 2 estratégias de suplementação – Controle (dieta de adaptação e final) e Protocolo nutricional) usando modelos mistos com quatro repetições por tratamento. Foram testados os efeitos do fator A, fator B e a interação entre os fatores. A unidade experimental adotada foi o piquete ( $n=16$ ). Os dados foram analisados utilizando o procedimento MIXED do SAS (versão 9.4). As variáveis referentes aos parâmetros sanguíneos e ultrassonografia foram analisadas em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2 x 2, com medidas repetidas no tempo, usando o procedimento MIXED do SAS. Os tratamentos e o tempo foram considerados efeitos fixos, e animais foram considerados efeitos aleatórios. Os dados foram testados para a melhor estrutura de covariância

com o menor critério de informação de Akaike corrigido (AICC). Efeitos foram declarados significativos quando  $P < 0,05$ . Quando significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey.



## RESULTADOS

### *Experimento 1*

O consumo de matéria seca de pasto e do suplemento ( $\text{kg dia}^{-1}$  e % PC), consumo de matéria orgânica, proteína bruta e fibra insolúvel em detergente neutro,  $\text{kg dia}^{-1}$ , não foi afetado pelo histórico de recria ou pela dieta de terminação ( $P>0,05$ , Tabela 5).

A digestibilidade dos nutrientes não foi alterada pelo histórico de recria ou pela dieta de terminação ( $P>0,05$ , Tabela 6).

Durante a adaptação, animais oriundos de recria com suplementação mineral (RSM) apresentaram maior proporção de propionato e menores proporções de acetato, e butirato, assim como menor relação acetato/propionato, em comparação aos animais oriundos de recria com suplementação energética (ser), independente da dieta de terminação (Tabela 7). Entretanto, não houve diferenças nos parâmetros ruminais após a adaptação, quando fornecida a dieta final (Tabela 7).

Os animais do tratamento SM+Controle, tiveram pH inferior aos outros tratamentos durante o período de adaptação (14 primeiros dias; Figura 2), apesar do pH médio não diferir entre tratamentos (Tabela 7).

Tanto os animais oriundos de recria com suplemento energético quanto aqueles oriundos de recria com suplemento mineral e terminados com estratégia alimentar controle, tiveram pH inferior aos demais 6 horas após a suplementação (Figura 3).

**Tabela 5.** Consumo de matéria seca (kg/dia) do suplemento de bovinos fistulados no rúmen, terminados em pastos de capim marandu, submetidos a diferentes estratégias alimentares de terminação com alto teor de concentrado, avaliados de Junho a Setembro de 2019, FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP.

<i>Histórico de recria (HR)</i>	SE <sup>1</sup>	SM <sup>2</sup>	SE <sup>1</sup>	SM <sup>2</sup>	EPM <sup>4</sup>	Valor de P		
<i>Terminação (T)</i>	Protocolo		Controle			HR	T	HR x T <sup>3</sup>
<i>Consumo (kg/dia)</i>								
MS Total	12,55	11,79	11,00	10,95	0,70	0,533	0,086	0,583
MS Pasto	2,91	2,63	2,11	2,75	0,41	0,643	0,383	0,242
MS Suplemento	9,93	9,16	8,89	8,20	0,59	0,283	0,163	0,946
MO	11,51	10,79	10,10	10,04	0,64	0,514	0,087	0,579
PB	2,07	1,93	1,76	1,81	0,13	0,712	0,108	0,448
FDN	3,04	2,88	2,58	2,70	0,26	0,931	0,200	0,561
<i>Consumo (% PC)</i>								
MS total	2,17	1,87	1,81	1,87	0,10	0,204	0,074	0,071
MSs Fase de Adaptação	1,72	1,62	1,58	1,44	0,11	0,356	0,233	0,857
MSs Fase Final	1,65	1,50	1,50	1,44	0,08	0,279	0,259	0,631

MS= Matéria Seca; MO: Matéria Orgânica; PB: Proteína Bruta; FDN: Fibra Insolúvel em Detergente Neutro; MSs: Matéria Seca do Suplemento; <sup>1</sup>Suplemento energético; <sup>2</sup>Sal mineral; <sup>3</sup>Interação histórico recria x terminação; <sup>4</sup>EPM: Erro padrão da média.

**Tabela 6.** Efeitos do fornecimento de suplementos com inclusão ou não de vitaminas B protegidas da degradação ruminal e hidroximinerais Cu e Zn na digestibilidade de nutrientes em bovinos terminados a pasto durante o período da seca.

<i>Histórico de recria (HR)</i>	SE <sup>1</sup>	SM <sup>2</sup>	SE <sup>1</sup>	SM <sup>2</sup>	EPM <sup>4</sup>	Valor de P		
<i>Terminação (T)</i>	Protocolo		Controle			HR	T	HR x T <sup>3</sup>
DMS	0,8272	0,8322	0,8027	0,812	0,03	0,783	0,397	0,933
DMO	0,8613	0,8518	0,8243	0,832	0,03	0,973	0,293	0,743
DPB	0,8658	0,8625	0,8404	0,8461	0,01	0,921	0,098	0,708
DEE	0,9097	0,8856	0,871	0,8253	0,04	0,398	0,239	0,791

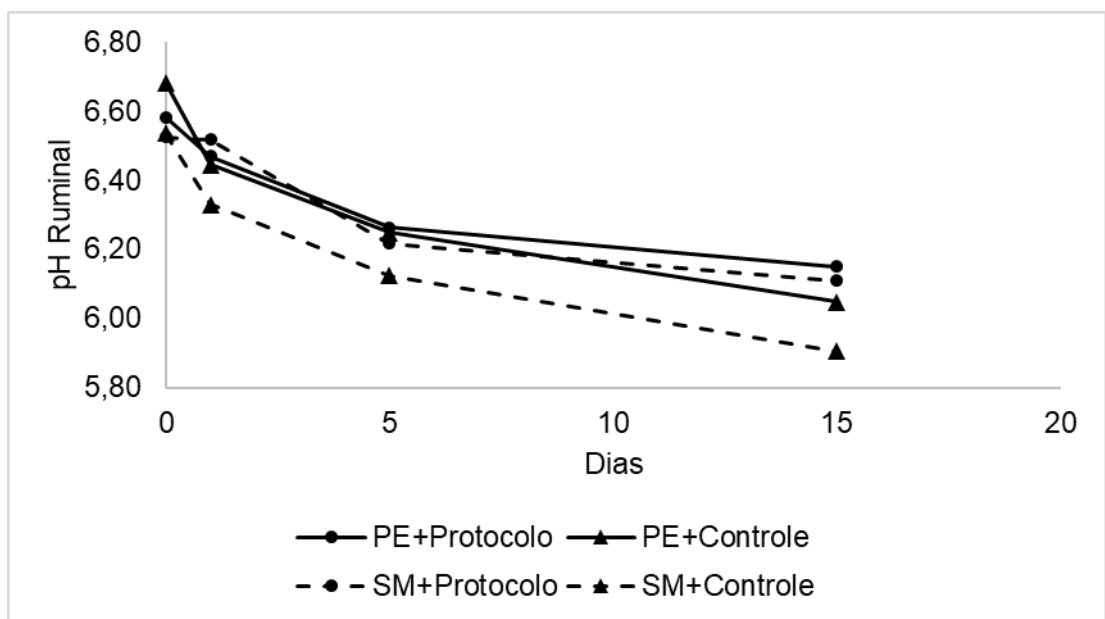
DFDN 0,7554 0,7279 0,7017 0,7127 0,02 0,743 0,189 0,452

DMS: Digestibilidade da Matéria Seca; DMO: Digestibilidade da Matéria Orgânica; DPB: Digestibilidade da Proteína Bruta; DE: Digestibilidade da Energia Bruta; DFDN: Digestibilidade da Fibra Insolúvel em Detergente Neutro; <sup>1</sup>Proteico energético; <sup>2</sup>Sal mineral; <sup>3</sup>Interação histórico recria x terminação; <sup>4</sup>EPM: Erro padrão da média.

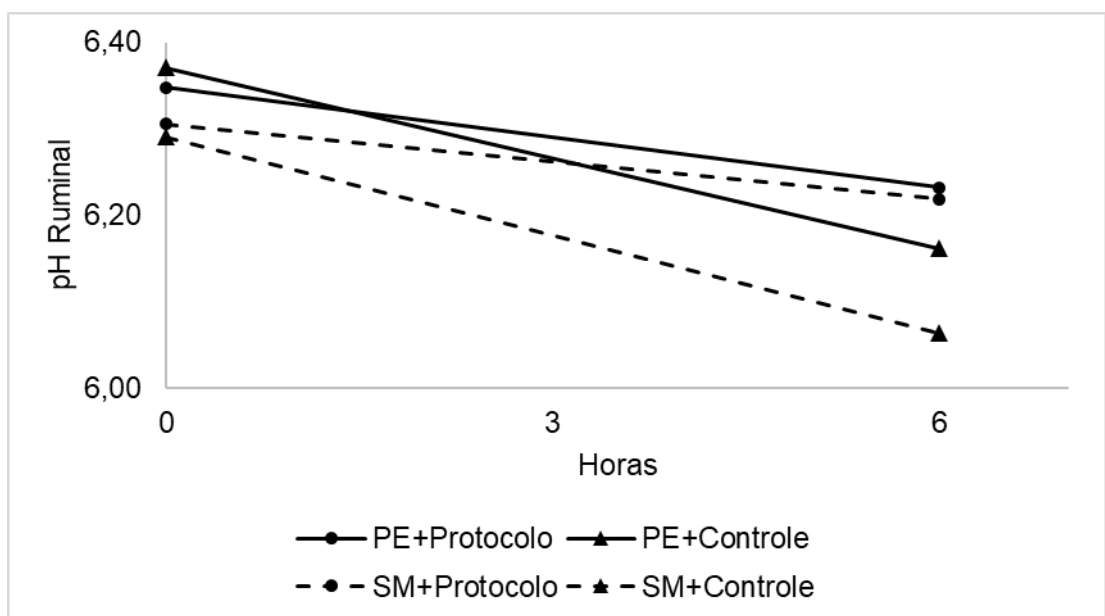
**Tabela 7.** pH, teores de AGCC totais, acetato, propionato, butirato e relação acetato/propionato do rúmen de bovinos terminados em pastos de capim marandu, submetidos a diferentes estratégias alimentares de terminação com alto teor de concentrado, avaliados de Junho a Setembro de 2019, FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP.

<i>Histórico de recria (HR)</i>	SE <sup>1</sup>	SM <sup>2</sup>	SE <sup>1</sup>	SM <sup>2</sup>	EPM <sup>4</sup>	Valor de P		
						HR	T	HR x T <sup>3</sup>
<i>Terminação</i>	Protocolo		Controle					
<i>Dieta de adaptação</i>								
pH	6,29	6,26	6,27	6,18	0,065	0,386	0,419	0,645
AGCC totais (mmol.L <sup>-1</sup> )	95,08	98,73	94,17	104,65	4,455	0,139	0,585	0,458
Acético (% AGCC)	66,17	63,18	65,53	64,33	0,830	0,027	0,760	0,304
Propiônico (% AGCC)	19,21	24,43	21,47	23,62	1,166	0,008	0,546	0,212
Butírico (% AGCC)	11,37	9,13	9,60	8,65	0,578	0,017	0,076	0,288
A:P (%)	3,52	2,92	3,26	3,02	0,140	0,001	0,591	0,212
<i>Dieta final</i>								
pH	6,03	6,07	6,23	6,11	0,076	0,154	0,616	0,309
AGCC totais (mmol.L <sup>-1</sup> )	113,70	109,11	112,42	115,31	4,948	0,866	0,628	0,460
Acético (% AGCC)	60,58	62,17	62,25	62,21	1,222	0,541	0,497	0,519
Propiônico (% AGCC)	22,66	22,70	22,08	22,56	1,032	0,805	0,732	0,838
Butírico (% AGCC)	11,97	11,14	11,45	10,97	0,827	0,447	0,684	0,836
A:P (%)	2,77	2,98	2,96	2,92	0,160	0,608	0,687	0,458

<sup>1</sup>Suplemento energético; <sup>2</sup>Sal mineral; <sup>3</sup>Interação histórico recria x terminação; <sup>4</sup>EPM: Erro padrão da média.



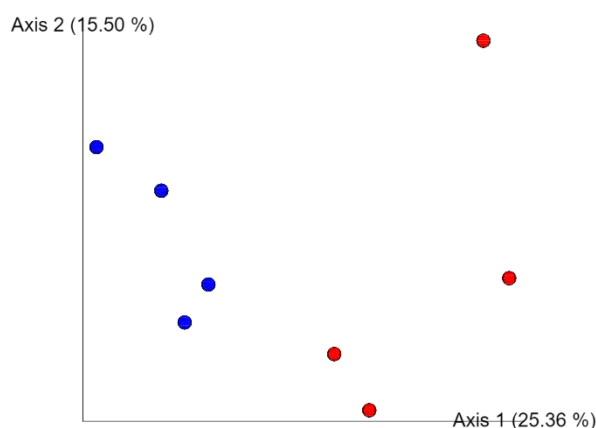
**Figura 2.** Valores de pH dos tratamentos, obtidos ao longo dos dias da adaptação à dieta final da terminação. (histórico recria (HR),  $P = 0.38$ ; terminação (T),  $P = 0.42$ ; HR x T,  $P = 0.64$ ; dias,  $P < 0.0001$ ; HR x T x dias,  $P = 0.97$ )



**Figura 3** – Valores médios de pH dos tratamentos avaliados às 0 horas e 6 horas após o fornecimento do suplemento avaliados de 0 a 15 dias de adaptação à dieta da terminação. . (histórico recria (HR),  $P = 0.38$ ; terminação (T),  $P = 0.42$ ; HR x T,  $P = 0.64$ ; hora,  $P = 0.0027$ ; HR x T x hora,  $P = 0.59$ )

A análise PERMANOVA baseada nas diferenças de distância unweighted-unifrac revelou que as comunidades microbianas do rúmen em função do tipo de suplemento são estatisticamente diferentes ( $P=0,039$ ; Figura 4).

Os índices de riqueza ACE e Chao 1 e o índice de diversidade Shannon foram influenciados pelo tipo de suplemento fornecido (Tabela 8), sendo observado valores maiores quando os animais foram suplementados com dieta Controle.



**Figura-4** - Betadiversidade unweighted-unifrac da população microbiana ruminal de bovinos nelore terminados com suplemento ADAPT + VIVAZ (azul) ou EXPRESS (vermelho) durante a época da seca.

**Tabela 8** – Mediana e rango interquartil dos índices de riqueza (OTUs observadas, ACE e Chao 1) e diversidade estimadores (Fisher e Shannon) de bovinos nelore terminados com suplemento Protocolo ou Controle durante a época da seca.

Item	Protocolo		Controle		P-valor
	Mediana	IQR	Mediana	IQR	
ACE	66,36 <sup>b</sup>	10,72	111,38 <sup>a</sup>	5,75	0,021
Chao1	64,50 <sup>b</sup>	11,50	109,00 <sup>a</sup>	5,75	0,021
Fisher	8,92	1,11	11,32	4,80	0,381
Shannon	3,35	0,12	3,67	0,04	0,021

O tipo de suplemento não influenciou ( $P>0,10$ ) o filo Euryarchaeota, sendo este o único identificado dentro do domínio Archaea. Os filos Bacteroidetes e Firmicutes foram os mais abundantes em todas as amostras, representando em média 36,70%

da abundância microbiana total (Tabela 9). O filo Fibrobacteres foi influenciado ( $P < 0,05$ ) pelo suplemento utilizado, sendo que os animais suplementados com dieta Controle apresentaram tal filo, não sendo verificado este quando os animais foram suplementados com a dieta Protocolo.

A dieta Controle contribuiu para maior abundância do filo Verrucomicrobia ( $P = 0,021$ ) e tendeu a aumentar a abundância do filo Eliusimicrobia ( $P = 0,081$ ), quando comparado com a dieta Protocolo que teve menor abundância deste.

No nível de família, 26 famílias bacterianas foram identificadas, sendo as mais abundantes Lachnospiraceae (20,31%), Ruminococcaceae (17,19%), Prevotellaceae (6,25%) e Família XIII (6,25%).

Nos outros níveis taxonomicos, a dieta Protocolo quando comparado a dieta Controle, induziu a redução da abundância relativa de Mollicutes RF9 uncultured bacterium ( $P < 0,025$ ) e Succinivibrio spp ( $P < 0,025$ ), adicionalmente tendeu a reduzir a abundância dos generos *Lactobacillus.spp* ( $P < 0,10$ ) , *Prevotella 1* ( $P < 0,05$ ), *Olsenella.spp* ( $P < 0,05$ ).

Houve aumento da abundância relativa dos *Succiniclasticum.spp* ( $P < 0,025$ ), Verrucomicrobia (WCHB1-41) ( $P < 0,025$ ) e da familia Acidaminococcaceae ( $P < 0,025$ ). Adicionalmente tendeu a aumentar a abundância das familias Ruminococcaceae ( $P < 0,05$ ), Lachnospiraceae ( $P < 0,05$ ), Fibrobacteraceae ( $P < 0,05$ ), e os generos *Acetitomaculum.spp* ( $P < 0,10$ ), Erysipelotrichaceae UCG-010 ( $P < 0,10$ ), Prevotellaceae UCG-001 ( $P < 0,10$ ) e Thermoplasmatalles incertae Sedis ( $P < 0,10$ ).

As vias funcionais KEGG preditas que mudaram em função dos suplementos foram 3 vias destinadas aos processos celulares, 4 ao processamento e informação genética e 22 vias destinadas ao metabolismo (Tabela 10). Nas vias de processos celulares os animais suplementados com dieta Protocolo apresentaram aumento nas vias de crescimento e morte celular ( $P = 0,037$ ) e portadores de transferência de elétrons ( $P = 0,040$ ). Enquanto, as vias de outros transportadores foi estimulada com o a dieta Controle ( $P = 0,040$ ).

Nas vias de processamento e informação genética, animais suplementados com dieta Protocolo tiveram estímulo de duas vias de tradução: Biossíntese de

aminoacil-tRNA e via de vigilância de mRNA ( $P < 0,05$ ), e da via de Transcrição; Maquinaria de transcrição ( $P = 0,063$ ). Enquanto os animais suplementados com dieta Controle apresentaram aumento da via de Replicação de DNA ( $P = 0,040$ ).

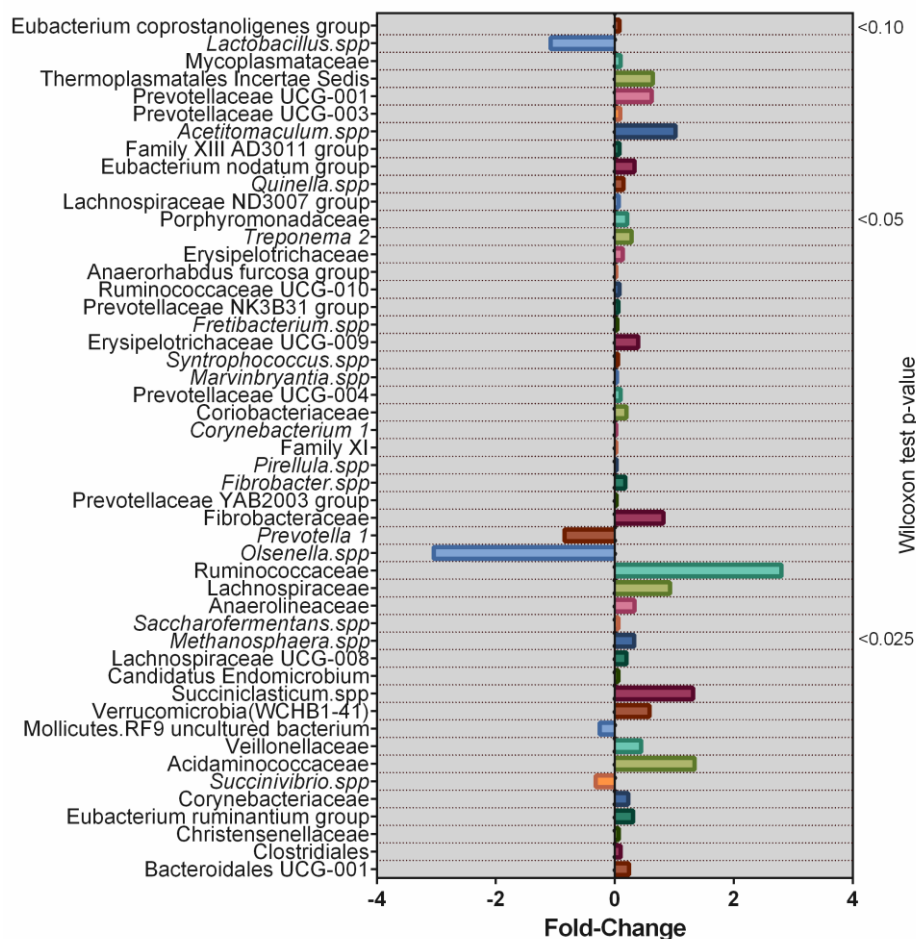
As vias funcionais do metabolismo sofreram mais mudanças metabólicas, sendo que houve alteração nas vias funcionais do metabolismo de aminoácidos, carboidratos, energia, lipídeos e de cofatores e vitaminas, biossíntese e biodegradação de metabólitos secundários, família das enzimas, biossíntese e metabolismo de glicano. Os animais suplementados com dieta Protocolo tiveram aumento nas vias do metabolismo de biossíntese e biodegradação de metabólitos secundários ( $P = 0,040$ ). Enquanto os animais suplementados com dieta Controle tiveram aumento na via de Peptidases ( $P = 0,019$ ).

**Tabela-9** - Mediana e rango interquartil (IQR) da abundância relativa ruminal no nível de Filo das comunidades microbianas ruminais de bovinos suplementados com dieta Controle ou Protocolo

Itens	Controle		Protocolo		P-valor
	Mediana	IQR	Mediana	IQR	
Archaea; Euryarchaeota	3,532	0,680	6,020	4,796	0,248
Actinobacteria	1,775	0,626	2,317	1,289	0,564
Bacteroidetes	27,398	1,020	25,806	3,778	0,564
Chloroflexi	2,263	0,861	2,010	0,543	0,386
Cyanobacteria	0,038	0,059	0,000	0,106	0,442
Elusimicrobia	0,099	0,292	0,016	0,057	0,081
Fibrobacteres	0,026	0,045	0,000	0,000	0,047
Firmicutes	49,146	1,404	44,487	4,487	0,248
Fusobacteria	0,000	0,000	0,000	0,015	0,317
Lentisphaerae	0,083	0,200	0,000	0,000	0,131
Planctomycetes	0,467	0,234	0,388	0,209	0,386
Proteobacteria	1,777	1,405	1,843	0,774	0,773
Saccharibacteria	0,000	0,015	0,000	0,018	0,850
Spirochaetae	0,976	0,404	0,875	0,309	0,773
Synergistetes	0,213	0,175	0,260	0,016	1,000
Tenericutes	0,358	0,251	0,414	0,193	0,564
Verrucomicrobia	1,218	0,304	0,489	0,213	0,021
Bacteria; WA-aaa01f12	0,026	0,055	0,000	0,000	0,131
Unassigned	9,447	1,392	10,003	2,012	0,910

Nas vias do metabolismo de aminoácidos, animais suplementados com dieta de Protocolo tiveram estímulo nas vias de biossíntese de tirosina e triptofano ( $P=0,026$ ) e biossíntese de leucina e isoleucina ( $P=0,038$ ), enquanto os animais suplementados com dieta Controle apresentaram aumento na via de degradação de lisina ( $P=0,044$ ) e degradação de leucina e isoleucina ( $P=0,046$ ).

Nas vias do metabolismo de carboidrato, houve tendência de aumento do metabolismo do ácido dibásico ramificado em C5 ( $P=0,089$ ) para os animais que foram suplementados com dieta Protocolo. Enquanto os animais suplementados com dieta Controle tiveram alterações nas vias do metabolismo de galactose ( $P=0,044$ ).



**Figura-5** - Mudanças (Fold-Change) na abundância relativa ruminal nos níveis classe, ordem, família e gênero de bovinos em função do uso de dieta Controle ou Protocolo.



Os animais suplementados com dieta Controle tiveram aumento em duas vias do metabolismo de energia: Fotossíntese ( $P=0,017$ ) e Proteínas de fotossíntese ( $P=0,019$ ).

A biossíntese e metabolismo de glicano foi alterada nos animais suplementados com dieta Controle, sendo três vias alteradas: Glicosiltransferases ( $P=0,036$ ), Biossíntese de lipopolissacarídeo ( $P=0,038$ ) e Proteínas de biossíntese de lipopolissacarídeos ( $P=0,029$ ).

Na via de metabolismo de cofatores e vitaminas, os animais suplementados com dieta Protocolo tiveram uma tendência ao estímulo de aumento da via funcional Biossíntese de pantotenato e CoA ( $P=0,061$ ).

O Metabolismo de outros aminoácidos teve aumento do metabolismo de selenocomposto ( $P=0,040$ ) nos animais que foram suplementados com Controle.

Na via do Metabolismo de terpenóides e policetídeos, os animais suplementados com Controle tiveram aumento na degradação de limoneno e pineno ( $P=0,008$ ).

**Tabela –0** - Mediana e rango interquartil (IQR) das vias funcionais da Kyoto Encyclopaedia of Genes and Genomes (KEGG) no nível 3 das comunidades microbianas ruminais de bovinos influenciadas pelo tipo de suplemento (Controle ou Protocolo).

KEGG Pathways	Controle		Protocolo		P-valor
	Mediana	IQR	Mediana	IQR	
Processos celulares e sinalização; Portadores de transferência de elétrons	0,010	0,000	0,020	0,003	0,040
Processos celulares e sinalização; Outros transportadores	0,260	0,000	0,270	0,003	0,040
Processos celulares; Crescimento e morte ceular; Ciclo celular – Caulobacter	0,535	0,010	0,515	0,020	0,037
Processamento de informação genética; Replicação e reparo; Replicação de DNA	0,720	0,002	0,710	0,002	0,040
Processamento de informação genética; Transcrição; Maquinaria de transcrição	1,010	0,043	1,035	0,010	0,063
Processamento de informação genética; Tradução; Biossíntese de aminoacyl-tRNA	1,255	0,013	1,275	0,017	0,038
Processamento de informação genética; Tradução; via de vigilância de mRNA	0,000	0,000	0,010	0,005	0,046
Metabolismo; Metabolismo de aminoácidos; Degradação de lisina	0,130	0,005	0,120	0,003	0,044
Metabolismo; Metabolismo de amoniácidos; Biossíntese de fenilalanina, tirosa e triptofano	0,930	0,002	0,955	0,015	0,026
Metabolismo; Metabolismo de amoniácidos; Biossíntese de valina, leucina e isoleucina	0,775	0,013	0,795	0,018	0,038
Metabolismo; Metabolismo de amoniácidos; Degradação de valina, leucina e isoleucina	0,255	0,015	0,240	0,010	0,046
Metabolismo; Biossíntese de biodegradação de metabólitos secundários	0,050	0,003	0,060	0,003	0,040
Metabolismo; Metabolismo de carboidratos; Metabolismo do ácido dibásico ramificado em C5	0,320	0,003	0,340	0,013	0,089
Metabolismo; Metabolismo de carboidratos; Metabolismo da galactose	0,680	0,008	0,670	0,005	0,044
Metabolismo; Metabolismo de energia; Fotossíntese	0,380	0,003	0,355	0,013	0,017
Metabolismo; Metabolismo de energia; Proteínas de fotossíntese	0,385	0,010	0,365	0,013	0,019
Metabolismo; Famílias de enzimas; Peptidases	1,930	0,005	1,905	0,015	0,019
Metabolismo; Biossíntese e metabolismo de glicano; Glicosiltransferases	0,335	0,010	0,320	0,005	0,036
Metabolismo; Biossíntese e metabolismo de glicano; Biossíntese de lipopolissacarídeo	0,255	0,013	0,225	0,038	0,038
Metabolismo; Biossíntese e metabolismo de glicano; Proteínas de biossíntese de lipopolissacarídeos	0,365	0,015	0,325	0,038	0,029
Metabolismo; Metabolismo de cofatores e vitaminas; Biossíntese de pantotenato e CoA	0,675	0,010	0,685	0,010	0,061
Metabolismo; Metabolismo de outros aminoácidos; Metabolismo de selenocomposto	0,350	0,003	0,340	0,003	0,040
Metabolismo; Metabolismo de terpenóides e policetídeos; Degradação de limoneno e pineno	0,110	0,000	0,100	0,000	0,008

## Experimento 2

O peso corporal inicial e o consumo de matéria do suplemento (% PC) durante o período de adaptação foi influenciado pelo histórico de recria dos animais ( $P < 0,05$ ).

O peso corporal inicial dos animais oriundos de recria com suplemento energético foram maiores ( $P < 0,05$ ) em comparação aos animais que receberam suplemento mineral. No que diz respeito ao consumo de matéria seca do suplemento (% PC) os animais oriundos de recria com suplemento mineral consumiram maior quantidade de concentrado (1,83% PC) na fase de adaptação quando comparados aos animais oriundos de recria com suplemento energético.

Ao analisarmos a estratégia alimentar de terminação, no presente estudo foram encontrados efeitos significativos ( $P < 0,05$ ) no peso corporal final (PCf), ganho diário de carcaça (GDC) e @ produzida quando os animais foram terminados com dieta protocolo (Tabela 11).

O peso de carcaça quente (PCQ) dos animais foi afetado positivamente ( $P < 0,05$ ) pelo tipo de dieta de terminação (Tabela 12), sendo que o uso da dieta protocolo proporcionou maior PCQ (279 kg) quando comparado à dieta controle (263 kg).

A EG dos animais recriados com suplemento energético foi maior que dos animais recriados com suplemento mineral no início da terminação (Figura 6). Os animais recriados com suplementação proteico energético e terminados com uso de protocolo, tiveram uma deposição de gordura na garupa crescendo linearmente durante todo o período de terminação. Já os animais recriados com suplemento mineral e terminados com uso de protocolo, iniciaram a terminação com espessura de gordura maior que os animais recriados com sal mineral e terminados com suplemento controle, porém o mesmo não foi observado no meio e final da terminação, já que os animais de ambos os tratamentos terminaram com similar EG.

Houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) do histórico da recria dos animais no tempo de ruminação (TR) e visitas ao cocho (VC), como demonstrado na Tabela 13. Os animais oriundos de recria com suplementação energético apresentaram maior TR

comparado àqueles oriundos de recria com suplementação mineral. Já os animais recriados com suplementação mineral apresentaram maior VC, do que os recriados com suplementação energético.

Os animais terminados com dieta controle permaneceram mais tempo no cocho, comparados aos animais terminados com dieta protocolo ( $P=0,044$ , Tabela 12).

Foi observado efeito ( $P<0,05$ ) de interação do tempo de bebedouro (TB) e visitas ao bebedouro (VB), como observado na Tabela 12.

Observou-se diferença ( $P<0,01$ ) de histórico de recria (suplemento energético e sal mineral) na variável gama glutamiltransferase (GGT) (Tabela 14), sendo que os animais oriundos de suplementação proteico energética resultaram em maior teor de GGT (19,64 U/L) comparado aos oriundos de suplementação mineral (13,75 U/L).

Foi observado efeito ( $P<0,05$ ) de interação na variável aspartato aminotransferase (AST), apresentado na Tabela14.

**Tabela 11.** Desempenho de tourinhos Nelore terminados em pastos de capim marandu, submetidos a diferentes estratégias alimentares de terminação com alto teor de concentrado, avaliados de Junho a Setembro de 2019, FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP.

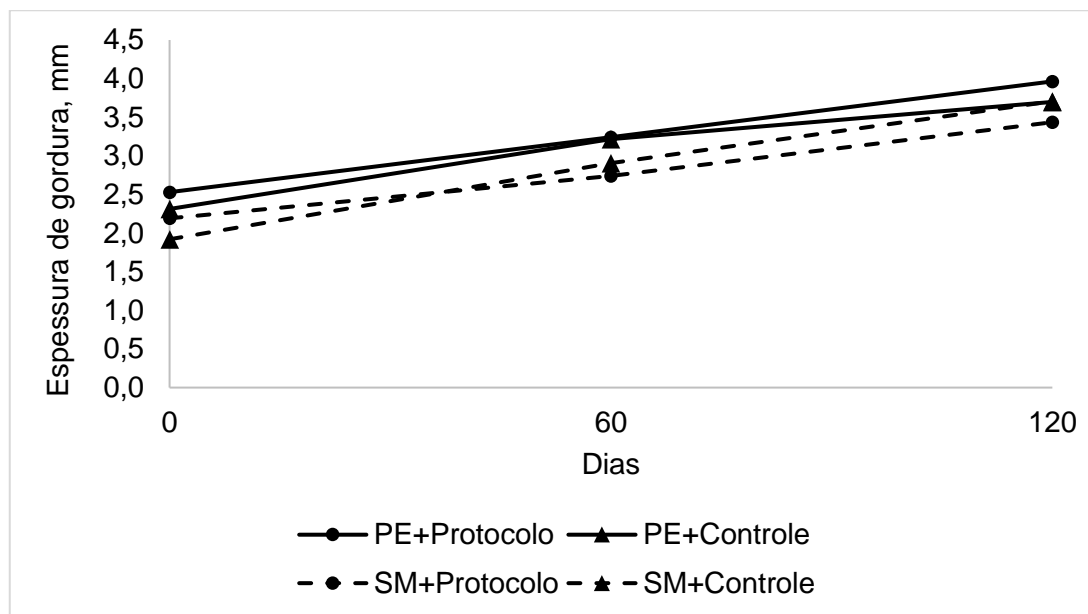
<i>Histórico de recria (HR)</i>	SE <sup>1</sup>	SM <sup>2</sup>	SE <sup>1</sup>	SM <sup>2</sup>	EPM <sup>4</sup>	Valor de P		
<i>Terminação (T)</i>	Protocolo		Controle			HR	T	HR x T <sup>3</sup>
PCi (kg)	378,00	344,00	351,00	336,00	13,34	0,046	0,153	0,431
PCf (kg)	497,00	471,00	462,00	452,00	12,22	0,107	0,019	0,485
GMD (kg dia)	0,995	1,063	0,931	0,970	0,06	0,318	0,148	0,782
CA	6,98	6,85	7,27	7,46	0,42	0,931	0,236	0,682
EB (kg MS @ <sup>-1</sup> )	131	130	141	139	5,75	0,726	0,071	0,928
GDC (kg dia <sup>-1</sup> )	0,78	0,84	0,71	0,77	0,04	0,086	0,042	0,884
@ produzidas	6,21	6,68	5,72	6,12	0,28	0,086	0,042	0,884
<i>Dieta de Adaptação</i>								
CMSS (kg dia)	5,53	6,19	5,70	6,20	0,45	0,217	0,840	0,856
CMSS (%PC)	1,46	1,81	1,63	1,85	0,12	0,040	0,425	0,516
<i>Dieta final</i>								
CMSS (kg dia)	7,91	8,00	7,68	7,99	0,49	0,688	0,812	0,832
CMSS (%PC)	1,65	1,78	1,72	1,85	0,09	0,198	0,439	0,979

PCi = peso corporal inicial; PCf = peso corporal final; GMD = ganho médio diário; CA = conversão alimentar; EB = eficiência biológica em relação ao suplemento; GDC = ganho diário de carcaça; @ = 15 kg de carcaça; CMSS = consumo de matéria seca do suplemento. <sup>1</sup>Suplemento energético; <sup>2</sup>Sal mineral; <sup>3</sup>Interação recria x terminação.

**Tabela 12** - Características de carcaça de tourinhos Nelore terminados em pastos de capim marandu, submetidos a diferentes estratégias alimentares de terminação com alto teor de concentrado, avaliados de Junho a Setembro de 2019, FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP.

<i>Histórico de recria (HR)</i>	SE <sup>1</sup>	SM <sup>2</sup>	SE <sup>1</sup>	SM <sup>2</sup>	EPM <sup>4</sup>	Valor de P		
<i>Terminação (T)</i>	Protocolo		Controle			HR	T	HR x T <sup>3</sup>
PCQ (kg)	286	272	265	260	7,86	0,19	0,02	0,54
RC (%)	57,45	57,75	57,19	57,42	0,50	0,56	0,52	0,93
AOL (cm <sup>2</sup> )	57,11	55,22	58,95	56,07	1,43	0,10	0,35	0,73
EG (mm)	3,25	2,79	3,08	2,84	0,23	0,14	0,80	0,62
EGP8 (mm)	5,44	5,32	4,92	5,02	0,30	0,99	0,17	0,71

PCQ = peso de carcaça quente; RC = rendimento de carcaça; AOL = área de olho de lombo; EG = espessura de gordura; EGP = espessura de gordura picanha; <sup>1</sup>Suplemento energético; <sup>2</sup>Sal mineral; <sup>3</sup>Interação recria x terminação; <sup>4</sup>EPM: Erro Padrão da Média.



**Figura 6** – Espessura de gordura (EG) de bovinos recriados com suplemento mineral ou proteico energético e submetidos a dois protocolos de terminação, avaliados diferentes dias.

**Tabela 13** - Comportamento ingestivo de tourinhos Nelore terminados em pastos de capim marandu, submetidos a diferentes estratégias alimentares de terminação com alto teor de concentrado, avaliados de Junho a Setembro de 2019, FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP.

<i>Histórico de recria (HR)</i>	<i>SE</i> <sup>1</sup>		<i>SM</i> <sup>2</sup>		<i>EPM</i> <sup>4</sup>	<i>Valor de P</i>	
	<i>Protocolo</i>	<i>Controle</i>	<i>Protocolo</i>	<i>Controle</i>		<i>HR</i>	<i>T</i>
<i>TP, min</i>	158,70	161,83	195,14	171,69	0,234	0,596	0,489
<i>TR, min</i>	81,59	93,15	58,46	61,48	0,003	0,386	0,609
<i>TOD, min</i>	218,56	176,85	181,56	151,73	0,197	0,140	0,801
<i>TOP, min</i>	138,49	148,31	163,27	168,91	0,186	0,646	0,901
<i>TC, min</i>	112,95	134,36	116,51	154,74	0,402	0,045	0,555

TB, <i>min</i>	9,71	5,06	5,49	11,44	0,792	0,660	0,041
VC, <i>n</i>	14,88	19,50	13,50	23,88	0,001	0,457	0,161
VB, <i>n</i>	7,38	5,25	5,38	8,25	0,637	0,530	0,004

TP = tempo de pastejo; TR = tempo de ruminaco; TOD = tempo de ócio deitado; TOP = tempo de ócio em p; TC = tempo de cocho; TB = tempo de bebedouro; VC = visitas ao cocho; VB = visitas ao bebedouro. <sup>1</sup>Suplemento energético; <sup>2</sup>Sal mineral; <sup>3</sup>Interao recria x terminao: NS = no significativo; S = significativo ( $P < 0,05$ ).

**Tabela 14** - Parmetros sangneos de tourinhos Nelore terminados em pastos de capim marandu, submetidos a diferentes estratégias alimentares de terminao com alto teor de concentrado, avaliados de Junho a Setembro de 2019, FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP.

<i>Histórico de recria (HR)</i>	SE <sup>1</sup>	SM <sup>2</sup>	SE <sup>1</sup>	SM <sup>2</sup>	EPM <sup>4</sup>	Valor de <i>P</i>		
	Protocolo		Controle			HR	T	HR x T <sup>3</sup>
Glicose (mg/dL)	93,49	94,85	106,17	98,67	7,57	0,688	0,287	0,563
GGT (U/L)	19,45	14,29	19,83	13,22	1,18	0,001	0,772	0,545
Insulina (mcU/mL)	1,71	3,01	1,43	1,56	0,58	0,215	0,134	0,307
ALT (U/L)	29,47	31,17	33,33	27,94	1,85	0,316	0,860	0,062
AST (U/L)	86,28	82,48	120,39	89,94	6,07	0,002	0,004	0,011

GGT = gama glutamiltransferase; ALT = alanina aminotransferase; AST = aspartato aminotransferase. <sup>1</sup>Suplemento energético; <sup>2</sup>Sal mineral; <sup>3</sup>Interao recria x terminao. Significativo ( $P < 0,05$ ).



## DISCUSSÃO

### *Experimento 1*

O aumento na proporção de concentrado na dieta resulta em maior produção de propionato ruminal, acidificando o rúmen (ALLEN, BRAFORD, OBA, 2009). A alteração observada nos teores de ácido acético, propiônico e butírico em relação ao total e a relação Acetato:Propionato em animais oriundos de recria com suplemento mineral no presente estudo, deve ser considerada devido às mudanças fisiológicas ocasionadas com a alteração abrupta de dieta, podendo desta forma resultar modificação nos teores de AGCC. Animais suplementados na recria podem apresentar condições no rúmen previamente adaptadas ao maior consumo de concentrado no confinamento (BARBERO et al., 2017), desta forma, as alterações nos teores de AGCC não serão intensas como as observadas nos animais oriundos de suplementação mineral.

Os animais oriundos de recria com suplemento mineral e terminados com dieta controle, tiveram pH inferior aos demais tratamentos durante o período de adaptação, este resultado pode estar relacionado com a alteração dos teores de ácido acético, propiônico e butírico em relação ao total, bem como na relação Acetato:Propionato encontrados neste trabalho, que são explicados devido a mudança de uma dieta a base de forragem e com fermentação lenta, para uma dieta de alto concentrado e com rápida fermentação. De acordo com Costa et al. (2008) a ingestão de alimentos de rápida fermentação, aumenta a atividade microbiana, causando substancial flutuação nos produtos finais de fermentação (ácidos graxos de cadeia curta e amônia) e no pH ruminal, fato que pode refletir no aproveitamento dos demais nutrientes da dieta.

Os valores de pH caíram 6 horas após o fornecimento do suplemento aos animais de ambos os históricos de recria considerados no presente estudo, e terminados com dieta controle, sendo que se mostraram abaixo do nível crítico de 6,2 mostrado por Hoover (1996), como o mínimo para não prejudicar a degradação da parede celular.

Dentre as bactérias fermentadoras de carboidratos fibrosos, também denominadas bactérias celulolíticas ou fibrolíticas, o filo Fibrobacteres está entre os principais (Arcuri et al., 2011), no presente estudo os animais terminados com a dieta Controle apresentaram tal filo, enquanto os animais terminados com dieta Protocolo não apresentaram, tal fato pode ser relacionado ao CMS dos animais, uma vez que os animais do Controle consumiram menor quantidade de suplemento e mais forragem, por isso houve presença do filo Fibrobacter.

A suplementação dos animais com dieta Controle contribuiu ainda com a maior abundância do filo Verrucomicrobia, que são mais presentes em dietas com forragens (Auffret et al., 2017), sendo assim uma provável resposta é a menor ingestão de suplemento dos animais do grupo Controle.

No presente estudo os animais que receberam a dieta Controle, tiveram o CMS total menor, dessa forma os animais terem consumido maior quantidade de forragem resulta nos animais apresentarem o filo das bactérias Fibrobacteres, paralelo ao resultado é possível que as propriedades antimicrobianas dos minerais inorgânicos possam ter prejudicado a digestão das fibras, resultando em menor desempenho dos animais. Metais como cobre e zinco têm propriedades antimicrobianas conhecidas (Lemire et al., 2013), sendo assim as fontes de minerais cobre e zinco de origem sulfatados quando hidrolisadas no rúmen possuem propriedades antimicrobianas que podem potencialmente prejudicar as bactérias fibrolíticas benéficas (Kvidera, 2019).

Animais suplementados com Protocolo nutricional tiveram aumento nas vias de crescimento e morte celular, metabolismo de aminoácidos e carboidratos, e tendência ao estímulo de aumento da via funcional Biossíntese de pantotenato e CoA, na via de metabolismo de cofatores e vitaminas. De acordo com Said (2004) as vitaminas do complexo B desempenham funções essenciais para a manutenção do metabolismo, produção de energia, diferenciação e crescimento celular. Dessa forma, o uso de vitaminas do complexo B, protegidas da degradação ruminal pode melhorar o metabolismo do organismo animal, resultando em melhor aproveitamento dos nutrientes ingeridos.

## *Experimento 2*

Os planos nutricionais durante a fase de recria se tornam fatores importantes a serem considerados na fase de terminação, uma vez que é decisivo e interfere no desempenho potencial e no tempo de terminação (ROTH et al., 2013). O peso corporal inicial dos animais oriundos de recria com suplemento proteico energética foi superior (364 kg) ao dos animais oriundos de recria com suplemento mineral (339 kg). Silva et al. (2009) concluíram em revisão realizada, que em todos os experimentos discutidos (26 projetos de pesquisa no Brasil), a suplementação de bovinos em pastejo propiciou maiores ganhos do que aqueles recebendo apenas sal mineral.

Animais oriundos de recria com suplemento mineral tiveram o consumo de matéria seca do suplemento (CMSS %PV) superior na fase de adaptação, tal resultado pode estar relacionado ao fato dos animais estarem mais leves, terem necessidade de crescimento e/ou não terem tido contato com suplemento concentrado na fase de recria. Barbero et al., (2017) observaram que o fornecimento de apenas mistura mineral a animais recriados em pasto de *Urochloa brizantha* cv. Marandu proporcionou perda de peso corporal no período de adaptação ao confinamento e estes necessitaram de mais tempo para estabilizar o consumo do que animais recriados com suplementação.

A estratégia alimentar de terminação composta pelo uso da dieta protocolo proporcionou aos animais maior PCf, EB, GCD e @ produzida comparado aos animais que receberam dieta controle, este resultado pode ser relacionado ao fato do uso de protocolo com um *blend* de vitaminas do complexo B protegidos da degradação ruminal e hidroximinerais fonte de cobre e zinco com maior biodisponibilidade. Por atuar na melhoria da eficiência do metabolismo do fígado, a inclusão de vitaminas B protegidas da degradação ruminal à dieta de bovinos durante a fase de adaptação ou a fase de terminação pode ser uma alternativa quando se usa dietas ricas em concentrado. De acordo com Reis e Lage (2019) o uso de vitaminas B protegidas da degradação ruminal contribui com uma melhora no consumo do animal, uma vez que

proporciona melhor adaptação a dietas de alto concentrado, resultando em impactos positivos no desempenho.

Os animais terminados com a estratégia alimentar de terminação composta pela dieta protocolo tiveram mais @ produzida por animal (6,33@), que aqueles animais terminados com dieta controle (5,81@), sendo que essa maior produção de @ equivaleu em 8,95% a mais por animal. Paralelo ao incremento na quantidade de @ produzida por animal, os animais terminados com a dieta de terminação composta pelo protocolo finalizaram o ciclo de terminação com o PCQ superior (273,67 kg) aos demais animais (265,60 kg).

A maior produção de @ dos animais terminados com a dieta protocolo em comparação à controle do presente trabalho sugere que, a associação do *blend* de vitaminas do complexo B protegidos da degradação ruminal e hidroximinerais Cu e Zn desde a fase de adaptação, impacta na melhor eficiência alimentar, com animais apresentando maior deposição e peso de carcaça.

Os ruminantes, assim como outras espécies, procuram manter o consumo de alimentos de acordo com suas necessidades nutricionais, e ajustam o comportamento ingestivo em resposta às mudanças do meio, dividindo o tempo entre as atividades de pastejo, ruminação, interações sociais e ócio (HODGSON, 1985). O maior TOP dos animais oriundos de recria com suplemento mineral pode estar associado ao maior número de VC, certamente os animais consumiam pouca quantidade por vez que visitavam o cocho e saíam para pastejar, esse comportamento constitui um claro sinal de que os animais não apresentavam condições no rúmen previamente adaptadas ao maior consumo de concentrado, sendo assim a fase de adaptação do animal foi prejudicada, pois havia necessidade de procurar fibra para que ocorresse um equilíbrio do pH para não resultar em distúrbios metabólicos.

Os animais terminados com estratégia alimentar controle permaneceram mais tempo no cocho (TC) durante o período de adaptação, este fato pode estar associado ao maior tempo que os animais levavam para consumir o suplemento.

Os valores referência para a GGT é de 6,1 a 17,4 U/L (González e Silva, 2006; Kaneko et al., 2008), no presente estudo os animais recriados com suplementação

proteico energética tiveram valores acima do referenciado pelos autores. A GGT é uma enzima que indica a colestase hepática e trabalhos mostram sua elevação em casos de fígado com infiltração gordurosa (André et al., 2006; Moreira et al., 2012; Thamer et al., 2005). Dessa forma, o fato de os animais recriados com suplementação proteico energética terem seus níveis séricos acima pode ser resultado da maior demanda de metabolização do fígado devido ao consumo de concentrado e provavelmente mais energia, requerendo assim uma atividade mais intensa do fígado. Espera-se que maiores concentrações de GGT estejam presentes em animais que passam por alta metabolização de lipídeos pelo fígado, como vacas leiteira em transição (Sordillo e Rapahel, 2013).

A concentração de AST nos animais recriados com suplemento proteico energético e terminados com dieta controle foi superior aos outros tratamentos, apesar de serem valores superiores, o resultado que está dentro dos níveis preditos por Kaneco et al. (1997) que estabeleceu para a espécie bovina média de 78 a 132 UI/L. Em ruminantes as altas concentrações de AST no fígado, é usada também para investigar doenças hepáticas (Kerr, 2003). No presente estudo o fígado dos animais pode não ter suportado a demanda de metabolizar a quantidade de nutriente ingerido, provavelmente devido à falta de cofatores enzimáticos como as vitaminas do complexo B, que estimulam o funcionamento do fígado auxiliando no metabolismo de carboidratos, lipídeos e aminoácidos, melhorando a eficiência pós-absortiva de nutrientes, resultando em indícios de doenças hepáticas, explicando dessa forma o menor desempenho dos animais quando comparado aos animais recriados com suplemento proteico energético e terminados com protocolo nutricional que contém em sua formulação vitaminas do complexo B protegidas da degradação ruminal para atuar com eficiência no metabolismo do fígado e consequentemente no desempenho animal.

## CONCLUSÃO

O plano nutricional na fase de recria composto por suplemento energético proporcionou animais mais pesados a iniciar a terminação, porém não influenciou o desempenho dos animais em tal fase.

A estratégia alimentar de terminação com uso de protocolo nutricional BellPeso Adapt<sup>®</sup> + BellPeso Vivaz<sup>®</sup> melhora o desempenho, reflete em maior de ganho de carcaça diário e melhor peso de carcaça quente, assim como maior produção de @ por animal.

Mais pesquisas são necessárias para examinar melhor o mecanismo biológico desses micronutrientes nas vias metabólicas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, M.S. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**. v.74, n.12, p.3063-3075, 1996.

ALLEN, M. S.; BRADFORD, B. J.; OBA, M. Board-invited review: The hepatic oxidation theory of the control of feed intake and its application to ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 3317-3334, 2009.

ALVES, D. D.; Crescimento compensatório em bovinos de corte. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**. 98 (546) 61-67, 2003.

ASHWIN, K.; PALADAN, V.; UNIYAL, S.; SAHOO, J. K.; PERWEEN, S.; GUPTA, M.; SINGH, A. An update on B vitamin nutrition for cattle. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v.7, n.07, p.188-192, 2018.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS – **AOAC Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists, 771 p. 1990.

BARBERO, R. P. MALHEIROS, E. B.; NAVE, R. L. G.; MULLINIKS, J. T.; DELEVATTI, L. M.; KOSCHECK, J. F. W.; ROMANZINI, E. P.; FERRARI, A. C.; RENESTO, D. M.; BERCHIELLI, T. T.; RUGGIERI, A. C.; REIS, R. A. Influence of post-weaning management system during the finishing phase on grasslands or feedlot on aiming to improvement of the beef cattle production. **Agricultural Systems**, v.153. p.23-51, 2017.

BARROSO, D. S. **Recria e terminação de novilhos, sob diferentes níveis de suplementação em pastagens**. 108p. 2018. Itapetinga: Programa de Pós Graduação em Zootecnia. Tese (Doutorado em Zootecnia). 2018.

BENATTI, J. **Confinamento Expresso: econômico e útil na estratégia da fazenda**. Trouw Nutrition, 2020. Disponível em: <<https://www.trouwnutrition.com.br/Noticias/confinamento-expresso-econ-mico-e-til-na-estrat-gia-da-fazenda/1624804>>. Acesso em: 15 fev 2021.

BROWN, M. S.; PONCE, C. H.; PULIKANTI, R. Adaptation of beef cattle to high-concentrate diets: Performance and ruminal metabolism. **Journal Animal Science**, p. 25-33, 2006.

BROWN, M. S.; MILLEN, D. D. Protocolos para adaptar bovinos confinados a dietas de alto concentrado. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES: recentes avanços na nutrição de bovinos confinados, Botucatu, 2009. Anais... Botucatu: UNESP/Faculdade de Ciências Agrônomicas, 2009. p. 2-22.

CABALLERO, R.; ALZUETA, A.C.; ORTIZ, R.T. et al. Carbohydrate and protein fractions of fresh and dried Common Vetch at three maturity stages. **Agronomy Journal**, v. 93, n.5, p.1006-1013, 2001.

CARSTENS, G.E.; JOHNSON, D.E.; ELLENBERGER, M.A.; et al. Physical and chemical components of the empty body during compensatory growth in beef steers. **Journal of Animal Science**, v.69, p.3251-3264, 1991.

CERVIERI, R. C.; CARVALHO, J. C. F.; MARTINS, C. L. Evolução do Manejo Nutricional nos Confinamentos Brasileiros: Importância da Utilização de Subprodutos da Agroindústria em Dietas de Maior Inclusão de Concentrado. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 2., 2009, Botucatu. Recentes avanços na nutrição de bovinos confinados: **anais...** Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agrônômicas, p. 2-22, 2009.

COSTA, S.F.; PEREIRA, M.N.; MELO, L.Q.; RESENDE JÚNIOR, J. C.; CHAVES, M. L. **Alterações morfológicas induzidas por butirato, propionato e lactato sobre a mucosa ruminal e epiderme de bezerros. II. Aspectos histológicos.** Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.60, p. 1-9, 2008.

ESTEVAM, D. D. **Períodos de adaptação de bovinos nelore confinados a dietas de alto concentrado.** Botucatu: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP, 2016. 89 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2016.

FAULKNER, M. J; ST-PIERRE, N. R.; WEISS, W.P. Effect of source of trace minerals in either forage or by product based diets fed to dairy cows: 2. Apparent absorption and retention of minerals. **Journal Dairy Science Association**, v. 100, p.5368-5377, 2017.

GENTHER, O. N.; HANSEN S. L. The effect of trace mineral source and concentration on ruminal digestion and mineral solubility. **Journal Dairy Science Association**, v. 98, p.566-573, 2015.

GRANJA-SALCEDO, Y.T.; RAMIREZ-USCATEGUI, R.A.; MACHADO, E.G.; MESSANA, J.D.; KISHI, L.T.; DIAS, A.V.L.; BERCHIELLI, T.T. Studies on bacterial community composition are affected by the time and storage method of the rumen content. **PLoS One** 12(4):e0176701, 2017.

HENDERSON, G.; COX, F.; KITTELMANN, S.; HEIDARIAN, M.V.; ZETHOF, M.; NOEL, S.J.; WAGHORN, G.C.; JANSSEN, P.H. Effect of DNA Extraction Methods and Sampling Techniques on the Apparent Structure of Cow and Sheep Rumen Microbial Communities. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 8, n.9. p. e74787, 2013.

HOOVER, W.H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal Dairy Science**, 68(1):40-44, 1986.



LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Science Feed Technology**, v.57, p.347, 1996.

MACHADO, P. A. S.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D.; PAULINO, M. F.; PINA, D. S.; PAIXÃO, M. L. Parâmetros nutricionais e produtivos em bovinos de corte a pasto alimentados com diferentes quantidades de suplemento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n.6, p.1303-1312, 2011.

MANELLA, M. Q.; LOURENÇO, A. J.; LEME, P. R. Recria de bovinos Nelore em pastos de *Brachiaria brizantha* com suplementação protéica ou com acesso a banco de proteína de *Leucaena leucocephala*. Característica de fermentação ruminal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p. 1002-1012, 2003.

MARIN, F. R.; PILAU, F. G.; SPOLADOR, H. F. S.; OTTO, R.; PEDREIRA, C. G. S. Intensificação sustentável da agricultura brasileira: Cenários para 2050. **Revista Política Agrícola**, nº 3, p. 108 – 124, 2016.

McDOWELL, L.R. *Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais, enfatizando o Brasil*. 3.ed. Florida: University of Florida, 1999. 92p.

MENDONÇA JÚNIOR, A. F.; BRAGA, A. P.; RODRIGUES, A. P. M. S.; SALES, L. E. M. Vitaminas: uma abordagem prática de uso na alimentação de ruminantes. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.06, p. 01-16, 2010.

MENDONÇA JÚNIOR, A. F.; BRAGA, A. P.; RODRIGUES, A. P. M. S.; SALES, L. E. M.; MESQUITA, H. C. Minerais: Importância de uso na dieta de ruminantes **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.07, p. 01-13, 2011.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of Assoc. Off. Assoc. Chemistry Int.** v. 85, p. 1217–1240, 2002.

MONÇÃO, F. P. **Suplementação e uso da virginiamicina como moduladores do desempenho de bovinos Nelore na recria e seus efeitos na terminação em confinamento**. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, 2017. 142 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2017.

MORAES, E. H. B. K.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C.; MORAES, K. A. K.; DETMANN, E.; SOUZA, M. G. Avaliação nutricional de estratégias de suplementação para bovinos de corte durante a estação da seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.608 – 616, 2010.

PAULINO, M. F.; DETMAN, E.; ZERVOUDAKIS, J. T. Suplementos Múltiplos para recria e engorda de bovinos em pastejo. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 2, 2001. Anais [...]. Viçosa MG: UFV, 2001. p. 187-232.

PERDIGÃO, A. **Protocolos de adaptação a rações de alto teor de concentrados para bovinos nelore confinados**. Botucatu: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP, 2014. 60 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2014.

PEREIRA, M. C. S. **Desempenho produtivo, comportamento ingestivo, características de carcaça, morfometria ruminal e cecal em bovinos nelore confinados submetidos a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados antes do período de adaptação**. Botucatu: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP, 2019. 106 p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2019.

PESONEN, M.; JOKI TOKOLA, E.; HUUSKONEN, A. Effect of concentrate proportion and protein supplementation on performance of growing and finishing crossbred bulls feed a whole-crop barley silage-based diet. **Animal Production Science**, v. 54, p. 1399-1404, 2014.

POPPI, D.P.; McLENNAN, S.R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of Animal Science**, v.73, p.278-290. 1995.

REIS, R. A.; RUGGIERI, A. C.; CASAGRANDE, D. R.; PÁSCOA, A. G. Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia** v.38, p.147-159, 2009.

REIS, R. A.; OLIVEIRA, A. A.; SIQUEIRA, G. R.; GATTO, E. Semi-confinamento para produção intensiva de bovinos de corte. **I Simpósio Matogrossense de bovinocultura de corte**, 2011.

REIS, R. A.; LAGE, J. F. **Metabolismo do fígado**. O confinador. 2019. Disponível em: < <https://edcentaurus.com.br/ag/educacao/229/materia/10112>>. Acesso em 20 01 2021.

RIGUEIRO, A.L.N. **Protocolos para o uso combinado de monensina sódica e virginiamicina em dietas de bovinos nelore confinados**. 2016. 71f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – Unesp, Dracena-SP, 2016.

ROBERTSON, J. B.; VAN SOEST, P. J. **The detergent system of analysis**. In: JAMES, W. P. T., THEANDER, O. (Eds.). *The Analysis of Dietary Fibre in Food*. Marcel Dekker, NY, Chapter 9, p. 123– 158, 1981.

ROTH, M. T. P.; RESENDE, F. D.; SIQUEIRA, G. R.; FERNANDES, R. M.; CUSTODIO, L.; ROTH, A. P. T. P.; MORETTI, M. H.; CAMPOS, W. C. Supplementation of Nelore young bulls on Marandu grass pastures in the dry period of the year. **Revista Brasileira de Zootecnia** 42:447-455. (2013).

SANTOS, M. G. **Capim marandu sob lâminas de irrigação e doses de nitrogênio: resposta agrônômica e simulação do rendimento de forragem usando o modelo**

**cropgro-perennial forage.** Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, 2018. 115 p. Dissertação (Doutorado em Ciência do Solo) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2018.

SILVA, N. C. D.; MARTINS, T. L. T.; BORGES, I. Efeito dos microminerais na alimentação de ruminantes. **Ciência Animal**, v.27, n.1, p.75-98, 2017.

SILVA, J. S.; ZANETTI, M. A.; CARVALHO, R. S. B.; MACEDO, S. N.; CALVIELLO, R. F.; SANTANA, R. S. S.; BARRETO, R. S. N Efeito da suplementação parenteral extra de cobre e zinco sobre a resposta imunológica de vacas Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 69, n.4, p.870-876, 2017.

SIQUEIRA, M. **Confinamento Expresso: um estudo de caso na região norte do Mato Grosso.** Curitiba: Centro de Ciências Rurais – UFES, 2018. 40 p. Monografia (Graduação em Medicina Veterinária) – Centro de Ciências Ruais, 2018.

SOLLENBERGER, L. E.; CHERNEY, D. J. R. Evaluating forage production and quality. In: Barnes, R. F.; MILLER, D. A.; NELSON, C. J. (Eds.) Forages: the science of grassland agriculture. Ames: University Press, v.2, p.97-110. 1995.

VALENTE, T.N.P., DETMANN, E., QUEIROZ, A.C., VALADARES FILHO, S.C., GOMES, D.I., FIGUEIRAS, J.F. Evaluation of ruminal degradation profiles of forages using bags made from 649 different textiles. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.2565-2573, 2011.

VALENTE, E.E.L.; PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; BARROS, L.V.; ACEDO, T.S.; COUTO, V.R.M.; LOPES, S.A. Levels of multiple supplements or nitrogen salt for beef heifers in pasture during the dry season. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40(9), p.2011-2019, 2011.

VAN CLEEF, H. E.; PATIÑO; DR, P. R.; NEIVA JR, P. A.; SERAFIM, S. R.; REGO, C. A.; JOSEMIR, S. Distúrbios metabólicos por manejo alimentar inadequado em ruminantes: novos conceitos. **Revista Colombiana Ciência Animal**, v.1, p.319–341, 2009.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, and no starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.

VIEIRA, R.A.M.; PEREIRA, J.C.; MALAFAIA, P.A.M. et al. Fracionamento dos carboidratos e cinética de degradação in vitro da fibra em detergente neutro da extrusa de bovinos a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n.3, p.889-897, 2000.

WATANABE, D. H. M. **Desempenho de bovinos nelore e ½ angus/nelore adaptados em confinamento por 9 ou 14 dias.** Dracena: Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – UNESP, 2016. 73 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, 2016.

Weiss, CP; Gentry, WW; Cole, NA; McCollum, FT, III; Jennings, JS Efeitos da alimentação com solúveis de destilaria condensada e glicerina bruta sozinhas ou em combinação no desempenho de bovinos de corte em acabamento, características de carcaça e fermentação in vitro. **Journal Animal. Science**. 2017, v.95, p.922–929.

ZANETTI, M. A. Efeitos dos minerais orgânicos na nutrição de bovinos de corte e leite. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 6., 2014, São Pedro. Anais... São Pedro: [s.n.] 2014, p. 36-53.