

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E  
ZOOTECNIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO OBRIGATÓRIO**

**RAFAEL GOES CARDOSO PARO**

**CAMPO GRANDE – MS  
2025**

**RAFAEL GOES CARDOSO PARO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO OBRIGATÓRIO**

**RAFAEL GOES CARDOSO PARO  
LUÍS CARLOS VINHAS ÍTAVO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Medicina Veterinária  
apresentado à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção  
do título de Bacharel em Medicina Veterinária

**CAMPO GRANDE – MS**

**2025**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, agradeço por me conceder saúde, coragem e discernimento para enfrentar cada etapa desta jornada. Por me guiar nos momentos de incertezas e sempre iluminar meu caminho, sem sua presença constante nada disso seria possível. Aos meus pais, Luiz Antônio Paro e Maristela Goes Martins, nunca mediram esforços para me proporcionar as melhores oportunidades, apoio e confiança em tudo que estava fazendo, me aconselhando nos momentos de dúvidas e pelos ensinamentos. Aos meus avós Arlete Paro e Luiz Antônio Paro Júnior, por sempre aconselharem com toda sua experiência, são exemplos de pessoas que espero manter sempre próximos em minha vida.

Ao meu orientador, Dr. Luis Ítavo, pela paciência e incentivo com todo o desenvolvimento profissional durante a graduação, agradeço pela ajuda com seus conhecimentos e por acreditar no meu potencial em cada etapa da pesquisa. Ao meu supervisor de estágio, Dr. Luis O. Tedeschi, pela oportunidade concebida de realizar um estágio no exterior, pelos ensinamentos e conselhos que espero levar por toda vida.

Aos meus amigos, João Vinicios, Guilherme Bigal e Caio Robles, por todos os anos de amizade e serviço que passamos juntos, momentos de companheirismo e troca de experiências. Sou grato pela amizade e pelo apoio que encontrei ao longo desse percurso.

Ao meu amor, Sarah Verenka, esteve ao meu lado desde o início da graduação, com todo apoio, compreensão e incentivo necessário em todos os momentos, sempre me animando e comemorando cada vitória, mostrando um outro lado para enxergar cada situação. Sou grato por todos os momentos de companhia e carinho que passamos e iremos passar juntos.

## **SUMÁRIO**

<b>1. TÍTULO</b>	04
<b>2. INTRODUÇÃO</b>	06
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b>	07
<b>4. METODOLOGIA</b>	11
<b>5. RESULTADOS</b>	13
<b>6. DISCUSSÃO</b>	19
<b>7. REFERÊNCIA</b>	21
<b>8. RELATÓRIO DO ESTÁGIO OBRIGATÓRIO</b>	23

# **MODELOS PARA PREDIÇÃO DO DESEMPENHO DE NOVILHOS NÃO CASTRADOS TERMINADOS EM CONFINAMENTO**

## **RESUMO**

o objetivo foi estimar o desempenho de bovinos de corte em confinamento em função do consumo, características da dieta e dos animais. Os dados usados neste estudo foram oriundos de 6 ciclos de confinamento entre os anos 2019 a 2024, localizados no município de Coxim, Mato Grosso do Sul. Foram avaliados os dados de 19.000 bovinos não castrados com idade média de 24 meses e peso inicial médio de 390 kg. Foram considerados os dados de animais Nelore (NE),  $\frac{3}{4}$  NE x  $\frac{1}{4}$  Angus (AA),  $\frac{1}{2}$  AA x  $\frac{1}{2}$  NE. Os dados coletados dos animais foram grupados média da baia, são eles: Peso inicial (PI), PF (Peso final), Consumo de matéria Seca (CMS), Rendimento de Carcaça (RC), Ganho médio diário (GMD), Dias de confinamento, Peso Corporal Quente (PCQ), Eficiência Alimentar. Os animais permaneceram cerca de 100 dias em confinamento, com peso inicial médio de 393 kg e peso final de 552 kg, resultando em um ganho total médio de 159 kg e ganho médio diário (GMD) de 1,61 kg/dia. O rendimento de carcaça (RC) apresentou média de 55,2%, e o peso de carcaça quente (PCQ) foi de aproximadamente 305 kg. As dietas continham, em média, 17% de volumoso e 83% de concentrado, apresentando 62,8% de matéria seca, 14,7% de proteína bruta (PB) e 76,3% de nutrientes digestíveis totais (NDT). O consumo médio de matéria seca (CMS) foi de 11,55 kg/dia, equivalente a 2,44% do peso vivo. O consumo de PB (1,70 kg/dia) e de NDT (8,80 kg/dia) assegurou uma relação energia:proteína (CNDT:CPB) próxima a 5,2. A eficiência alimentar média foi de 14,05%, e a conversão alimentar (CA) de 7,21, indicando que, em média, os animais precisaram de 7,2 kg de matéria seca para cada quilograma de ganho de peso vivo. A capacidade de predizer a performance dos animais com base em equações de dados desse experimento foi satisfatória a acurada em novilhos Nelore não castrados terminados em confinamento. O Peso de Carcaça quente foi mais preciso que o Peso Final de Abate, é válido realizar outras equações com esses mesmos dados para buscar outras medidas zootécnicas.

## **Introdução**

A cadeia da carne bovina apresenta relevância global, com o Brasil ocupando a segunda posição em produção, sendo líder em exportações e detentor do maior rebanho comercial mundial (ABIEC, 2025). Embora historicamente fundamentada em sistemas extensivos, a pecuária tem se intensificado nas últimas décadas. Entre 2004 e 2024, a área de pastagens foi reduzida em 11,3%, enquanto a produtividade aumentou em 82% (ABIEC, 2025). Nesse contexto, práticas que elevam a eficiência reprodutiva e de crescimento, aceleram a rotação dos bovinos e promovem o uso mais eficiente dos recursos alimentares configuram uma estratégia essencial para alcançar esse objetivo (Greenwood, 2021).

O aumento da demanda por alimento, devido ao crescimento da população, bem como do seu poder aquisitivo, vem pressionando os produtores nacionais para a intensificação dos sistemas de produção de bovinos de corte, em que o produtor precisa adotar sistemas intensivos para obter animais pesados em pouco tempo, reduzindo a idade no abate. Sendo assim, a adoção da terminação de animais em confinamento com dietas com maior densidade energética é uma das alternativas que suporta as expectativas de crescimento rápido que a pecuária almeja.

Prever o desempenho é vital para as decisões de gestão financeira e logística nas operações de confinamento. Os modelos atualmente disponíveis, baseados na ingestão de energia líquida (NE) e na energia retida, mostram-se eficazes, embora ainda apresentem espaço para ajustes que aprimorem a concordância entre o desempenho observado e o previsto (Zinn et al., 2008). No entanto, há uma diferença importante entre avaliar resultados já obtidos e projetar o desempenho futuro, especialmente no início do período de terminação, isso ocorre, sobretudo, por conta da variabilidade biológica, ambiental e metodológica, que afetam o consumo, eficiência energética, especialmente em fases iniciais sobre processo de adaptação. Variação individual entre os animais, idade, estado fisiológico; flutuação no Consumo de matéria Seca (CMS), pequenas variações diárias podem causar grandes diferenças no Ganho Médio Final (GMD) ao final do ciclo; Alteração da digestibilidade e eficiência metabólica, durante todo o período de adaptação ao confinamento, a microbiota se estabiliza conforme o fornecido, adaptação da população microbiana e desenvolvimento papilar são fatores imprenscindíveis no começo do ciclo; Fatores ambientais e de manejo, temperatura, estresse térmico, atraso de trato,

frequência de alimentação também interferem no metabolismo energético; Limitação do próprio modelo, os modelos são construídos a partir de médias populacionais e equações empíricas, o que não pode refletir perfeitamente nas condições de cada sistema produtivo e região (NRC, 2016). Nesse cenário, o desafio central para gestores de confinamento é prever os resultados de ciclos alimentares com duração variável, geralmente entre 100 e 250 dias, a partir de informações limitadas disponíveis no momento da entrada dos animais no sistema. Diante disso, esforços crescentes têm sido direcionados à identificação de variáveis com efetivo valor preditivo, visando aprimorar a acurácia dos modelos utilizados, sendo a dieta um desses principais fatores (Galvean et al., 2010).

Diante disso, o objetivo do trabalho é estimar o desempenho de bovinos de corte em confinamento em função do consumo, composição da dieta e raça utilizada.

## **Revisão de literatura**

### **1. Fatores que interferem no desempenho de bovinos de corte**

#### **1.1. Consumo de matéria seca**

O consumo de Matéria Seca (CMS) é considerado o principal determinante do desempenho produtivo em novilhos de corte, uma vez que define a quantidade efetiva de nutrientes que o animal recebe para manutenção, crescimento e deposição de tecidos corporais. A ingestão de matéria seca estabelece os limites máximos de aporte energético e proteico, regulando a disponibilidade de nutrientes e condicionando a resposta do animal. Animais que consomem mais matéria seca geralmente apresentam maior aporte de nutrientes, o que se traduz em maior taxa de crescimento e desempenho produtivo, desde que a eficiência de utilização desses nutrientes seja adequada (Mertens, 1994)

O CMS em bovinos de corte se baseia na interação entre fatores fisiológicos, ambientais e nutricionais, sendo um dos principais determinantes da eficiência alimentar e do ganho médio diário (GMD) altamente variável entre indivíduos. Essa variabilidade é explicada pela interação entre fatores fisiológicos, como peso vivo e exigência de manutenção, e fatores dietéticos, como densidade energética e composição química da dieta

Porém um consumo excessivo de dieta com alta densidade energética, principalmente com elevado teor de amido pode comprometer a função ruminal e aumentar os riscos de distúrbios metabólicos, como consequência há redução da atividade de fibrolíticas, resultando em menor digestibilidade da fibra e redução no CMS; Desbalanço microbiano, morte de microorganismos benéficos e proliferação de bactérias

produtoras de ácido lático como (*Streptococcus bovis*); Redução no desempenho e eficiência alimentar, animal entra em flutuações no CMS, reduzindo GMD e piorando a conversão alimentar (Owens 1998). Dessa forma, maximizar o desempenho exige equilibrar o CMS com a densidade energética da dieta e o teor de fibra, a fim de evitar efeitos negativos sobre a saúde. (NASEM 2016)

Em sistemas de confinamento, pequenas diferenças no consumo resultam em grandes impactos sobre a eficiência alimentar, crescimento e custo de produção. Nesse contexto, a quantificação e a predição do CMS assumem papel estratégico, permitindo formular dietas mais ajustadas ao potencial produtivo dos animais. (Blake et al 2023)

## 1.2. Dieta

As dietas utilizadas nos confinamentos brasileiros têm sofrido mudanças com aumento na proporção de concentrado na sua composição. De acordo com Silvestre e Millen (2021), estas dietas, em grande maioria, possuem nível de inclusão de concentrado de 81 a 90%.

Dietas ricas em energia são preferíveis em confinamento pois aumentam a eficiência de utilização de energia, resultando em maior taxa de GMD e menor custo por unidade de ganho, mesmo que o quilograma de matéria seca seja superior (Zinn et al 2008), além disso, um benefício da estrutura que está ligado a essa dinâmica é a energia gasta para manutenção é menor para o bovino confinado em currais de engorda, as dietas e os ingredientes também são mais facilmente transportadas, manuseadas e processadas e resultam em menos resíduos indigestíveis do que as dietas à base de forragem (Owens 2010).

O uso de dietas mais energéticas em confinamento permite reduzir o tempo de permanência dos animais no sistema, principalmente por encurtar o ciclo de animais na propriedade, seja a terminação de novilhos ou a compra de bezerros, o que facilita o planejamento operacional e a utilização das instalações. Animais que atingem precocemente o peso de abate liberam mais espaço nos currais, aumentando a capacidade de lotação ao longo do ano e permitindo assim maior número de ciclos produtivos. Essa maior rotatividade otimiza o fluxo de entrada e saída de bovinos da propriedade. As dietas com maior densidade energética também simplificam o manejo diário, pois possibilitam ganho de peso (GMD) mais consistentes, uma vez que, menor dependência de fatores climáticos e qualidade de volumoso. Isso reduz a pressão sobre a produção, colheita e

armazenamento de forragens, cujas operações exigem demanda de infraestrutura, mão de obra e equipamentos. A menor necessidade de ajuste frequente na dieta e a possibilidade de padronizar o consumo de matéria seca (CMS) favorecem a previsibilidade do desempenho animal e melhor planejamento de operações. A gestão de insumos se torna mais eficiente, uma vez que o uso intensivo de grãos permite maior flexibilidade de compra e menor dependência das variações de produção de pastagem ou silagem. (Millen 2009).

Dietas com maior densidade energética promovem melhor aproveitamento dos nutrientes e favorecem a deposição de tecidos de maior valor biológico, especialmente gordura intermuscular e subcutânea, resultando em carcaças com melhor acabamento. O maior aporte de energia líquida estimula a lipogênese, particularmente quando as exigências para manutenção e crescimento já foram atendidas, contribui para a formação de marmoreio adequado e cobertura uniforme da carcaça. Esse perfil de deposição é essencial para reduzir perdas por desidratação, escurecimento da carne, além de contribuir para melhora da maciez e sabor do produto final. Essas rações também irão aumentar o rendimento de carcaça e proporção de cortes nobres, elevando o valor comercial dos animais por bonificações do frigorífico em que serão abatidos e comercializados. Assim, o uso de dietas de alta densidade energética representa uma estratégia nutricional eficiente para alcançar carcaça com melhor qualidade e retorno econômico ao sistema de confinamento (Detmann et al 2010)

No entanto, dietas com alto concentrado podem levar a um aumento da fermentação ruminal com produção de ácidos graxos voláteis, que associado a uma reduzida produção de saliva e ruminação para tamponamento, ocorre uma redução na absorção de ácidos orgânicos do rúmen, e consequentemente acúmulo desses produtos finais da fermentação, causando queda no pH ruminal, caracterizando um quadro de acidose ruminal. Tal efeito pode causar grandes flutuações no CMS, promovendo redução no desempenho animal e na qualidade da carne e perdas econômicas significativas (Owens et al., 1998).

À fim de evitar tais problemas e ter os efeitos positivos da dieta de alto concentrado é necessário adoção de critérios mais rigorosos na formulação como inclusão de fibra fisicamente efetiva na dieta

A inclusão adequada de Fibra em Detergente Neutro (FDN) na dieta de bovinos confinados é essencial, pois promove estímulo à mastigação, maior secreção de saliva e tamponamento ruminal, visto que na saliva do ruminante há presença de tamponantes

como o bicarbonato. Esse mecanismo reduz a ocorrência de distúrbios metabólicos, como acidose, que são comuns em dietas não balanceadas e erros de manejo de trato, como atraso de fornecimento. Além disso, a fração fibrosa do alimento contribui para o aumento do tempo de ruminação e disposição para a microbiota ruminal, melhorando a eficiência do bolo alimentar e o aproveitamento de nutrientes para fermentação. A presença de FDN garante equilíbrio entre a densidade energética da dieta e a manutenção da fermentação ruminal, prevenindo variações bruscas na população microbiana (Van Soest, 1994).

O conceito de fibra em detergente neutro fisicamente efetiva (FDNfe) integra o teor de FDN com suas propriedades físicas, como tamanho de partícula e resistência estrutural, que determinam sua efetividade em estimular mastigação e secreção salivar. O FDNfe é avaliado pelo método do Penn State (Separador de partícula), através de diferentes peneiras que possui orifícios de diferentes diâmetros (19mm, 8mm, 4mm e fundo). Partículas retidas na peneira de 4mm são necessários para estimular a mastigação e secreção salivar adequadas, enquanto menores aumentam o risco de distúrbios metabólicos pela rápida fermentação e queda no pH ruminal. Com parte da dieta retida acima da peneira de 4mm, assegura-se estímulo mecânico suficiente para ruminação sem comprometer a densidade energética da dieta, dessa forma, o uso desse método ajuda no monitoramento de dietas com alto nível de concentrado, garantindo equilíbrio, saúde ruminal e desempenho dos animais (Mertens, 2002).

Nesse sentido, a presença adequada de fibra impacta positivamente o desempenho e eficiência alimentar dos bovinos em confinamento. Dietas com equilíbrio entre energia e fibra reduzem variações no CMS, o que resulta em maior consistência de GMD. Desse modo, sua inclusão controlada em dietas de confinamento é fundamental para otimizar o desempenho produtivo e manter a integridade fisiológica dos animais. (NRC 2016).

## 2.1 Modelos para predição de desempenho

A predição de desempenho em bovinos de corte constitui uma ferramenta essencial em confinamentos, auxiliando na tomada de decisões estratégicas no setor, pois possibilita antecipar respostas produtivas frente a diferentes condições nutricionais, genéticas e ambientais (Zinn et al 2008).

A capacidade de estimar com maior previsão variáveis como ganho médio diário, eficiência alimentar e rendimento de carcaça são fundamentais para otimizar o planejamento do sistema de produção. Além de favorecer a racionalização dos recursos, reduzir incertezas econômicas, minimizar riscos de perdas e potencializar margens de

lucro. Em um cenário no qual a sustentabilidade e a eficiência produtiva se tornaram exigências de mercado, a utilização de modelos preditivos fornece suporte para atingir metas de intensificação, com menores impactos ambientais e otimização dos insumos. Assim, predizer o desempenho é uma prática aplicada que se integra à gestão da pecuária de corte. (Tedeschi, 2006).

A aplicação de métodos para previsão de desempenho envolve o uso de modelos matemáticos, estatísticos e computacionais que buscam representar, de maneira aproximada, a biologia dos animais em condições práticas de produção. Modelos clássicos, como sistemas de exigências nutricionais, baseiam-se em equações que descrevem consumo, digestibilidade e balanço de nutrientes, permitindo estimar crescimento e deposição de tecidos corporais (Tedeschi 2005).

Mais recentemente, avanços em modelagem, bem como a integração de algoritmos de inteligência artificial, têm ampliado a capacidade de previsão, tornando estimativas mais robustas frente às variações ambientais e individuais. Desse modo, possibilita organizar de forma estratégica todas as etapas da escala do confinamento, desde a compra de insumos, formulação de dietas até a definição do tempo de permanência dos animais nos currais. Ao estimar previamente o GMD, ingestão de matéria seca, eficiência alimentar e rendimento de carcaça, o nutricionista consegue dispor de informações para escalar futuramente o rebanho (Tedeschi, 2019).

## **METODOLOGIA**

Os dados usados neste estudo foram oriundos de 6 ciclos de confinamento entre os anos 2019 a 2024, localizados no município de Coxim, Mato Grosso do Sul.

Foram avaliados os dados de 19.000 bovinos não castrados com idade média de 24 meses e peso inicial médio de 390 kg. Os animais eram Nelore (NE),  $\frac{3}{4}$  NE x  $\frac{1}{4}$  Angus (AA),  $\frac{1}{2}$  AA x  $\frac{1}{2}$  NE. Os dados coletados dos animais foram média da baia, são eles: Peso inicial (PI), PF (Peso final), Consumo de matéria Seca (CMS), Rendimento de Carcaça (RC), Ganhão médio diário (GMD), Dias de confinamento, Peso Corporal Quente (PCQ), Eficiencia Alimentar.

A estrutura disponibilizada era de baias com capacidade estática para 150 cabeças e os animais foram abatidos em frigoríficos comerciais do estado.

Os dados coletados da dieta foram: Consumo de matéria seca (CMS), Volumoso, Concentrado, Proteína Bruta (PB), Nutrientes digestíveis totais (NDT), Proteína degradável no rumen (PDR), Fibra em detergente Neutro (FDN), Fibra em detergente Neutro efetiva (FDNfe).

Foi realizada uma análise estatística descritiva utilizando o procedimento PROC SUMMARY no SAS (SAS University Edition, SAS Intitute Inc. Cary, CA, EUA). Os coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis foram estimados utilizando o procedimento PROC CORR no SAS (SAS University Edition, SAS, Institute Inc. Cary, CA, EUA). Os ajustes do modelo e a seleção das variáveis foram realizados utilizando PROC REG no SAS. A opção STEPWISE e o C(p) de mallow foram utilizados para selecionar as variáveis incluídas nas equações (Zanetti et al. 2019). A adequação das equações desenvolvidas foi avaliada pelos coeficientes de determinação ( $r^2$ ) e erro quadrático médio (RMSE). Os critérios para avaliar a adequação das equações foram: Coeficiente de determinação ( $r^2$ ); teste F, para identidade dos Parâmetros ( $B_0=0$  e  $B_1=1$ ) da regressão dos dados previstos pelos observados. A raiz quadrada da média quadrática do erro de previsão (RMSPE). O nível de significância foi de 5% de probabilidade em todas as analyses estatísticas.

## **RESULTADOS**

De forma geral, os animais permaneceram cerca de 100 dias em confinamento, com peso inicial médio de 393 kg e peso final de 552 kg, resultando em um ganho total médio de 159 kg e ganho médio diário (GMD) de 1,61 kg/dia. Esses valores refletem elevada taxa de crescimento para sistemas intensivos, indicando que as dietas oferecidas foram adequadamente formuladas para maximizar o ganho de peso e a deposição de carcaça.

O rendimento de carcaça (RC) apresentou média de 55,2%, e o peso de carcaça quente (PCQ) foi de aproximadamente 305 kg, valores condizentes com o padrão esperado para animais Nelore e cruzados terminados com alto teor de concentrado. As dietas continham, em média, 17% de volumoso e 83% de concentrado, apresentando 62,8% de matéria seca, 14,7% de proteína bruta (PB) e 76,3% de nutrientes digestíveis totais (NDT). A alta proporção de concentrado, associada à moderada fração de fibra em detergente neutro (FDN de 32%), sugere um sistema com ótimo equilíbrio entre energia e fibra efetiva, prevenindo distúrbios ruminais e garantindo consumo adequado.

O consumo médio de matéria seca (CMS) foi de 11,55 kg/dia, equivalente a 2,44% do peso vivo, o que está dentro da faixa ideal para bovinos confinados de médio a grande porte. O consumo de PB (1,70 kg/dia) e de NDT (8,80 kg/dia) assegurou uma relação energia:proteína (CNDT:CPB) próxima a 5,2, considerada eficiente para deposição de tecido muscular e mínimo acúmulo de gordura. A eficiência alimentar média foi de 14,05%, e a conversão alimentar (CA) de 7,21, indicando que, em média, os animais precisaram de 7,2 kg de matéria seca para cada quilograma de ganho de peso vivo.

A análise temporal (Tabela 2) mostra aumento gradual no peso inicial dos animais, que passou de 305 kg em 2019 para 357 kg em 2024, sugerindo melhor qualidade dos bezerros de entrada e maior uniformidade dos lotes. A duração do confinamento manteve-se relativamente constante, entre 92 e 109 dias, demonstrando padronização do protocolo de terminação. Ao longo dos anos, observou-se também pequena redução no teor de volumoso (de 18% para 13%), acompanhada de melhora na eficiência de conversão e no rendimento de carcaça, o que evidencia ajuste nutricional preciso, com melhor aproveitamento energético das dietas.

Do ponto de vista zootécnico, o peso final variou de 609 a 640 kg, com GMD estável entre 1,53 e 1,67 kg/dia. O rendimento de carcaça aumentou progressivamente, de 54,7% em 2019 para 56,6% em 2024, acompanhado de elevação no peso de carcaça quente (de 298

para 322 kg), o que demonstra avanço na eficiência de conversão de energia em carcaça e maior padronização dos animais abatidos.

A avaliação do consumo de nutrientes (Tabela 4) confirma a tendência de melhora na eficiência alimentar ao longo dos anos. Embora o consumo médio de matéria seca tenha variado entre 8,2 e 12,6 kg/dia, essa variação reflete diferenças no porte e ganho de peso entre lotes, e não inconsistências nutricionais. A conversão alimentar passou de 6,9 em 2019 para 5,7 em 202.

Por fim, os modelos de predição desenvolvidos (Tabela 5) apresentaram altos coeficientes de determinação ( $R^2$ ), evidenciando elevada capacidade de explicação das variáveis estudadas sobre o peso de abate e de carcaça quente. Para o peso de abate, o modelo mais robusto foi aquele que considerou conjuntamente o peso inicial, o ganho médio diário, o consumo de carboidratos não fibrosos e o consumo de matéria seca ( $R^2 = 0,90$ ). Já para o peso de carcaça quente, os modelos atingiram  $R^2$  superiores a 0,999, sendo os mais precisos aqueles que integraram peso final, rendimento de carcaça, composição da dieta (volumoso e concentrado), NDT e CMS. Esses resultados indicam que, além das variáveis de desempenho, as características nutricionais da dieta têm efeito direto e quantificável sobre a predição de carcaça, permitindo o uso desses modelos em simulações zootécnicas e sistemas de decisão.

Tabela 1 – Medias das características produtivas e consumo de nutrientes dos animais avaliados terminados em confinamento.

	Média ± Desvio padrão	Mínimo	Máximo	CV (%)
Animais/baia	139 ± 1,74	79,00	190,00	14,55
Dias de confinamento	100 ± 1,44	67,00	146,00	16,75
Desempenho produtivo				
PV inicial (kg)	392,96 ± 4,07	303,05	507,10	12,04
PV final (kg)	552,37 ± 3,05	478,77	639,90	6,41
GPT (kg)	159,41 ± 2,03	107,00	221,34	14,81
GMD (kg/dia)	1,61 ± 0,014	1,27	2,19	14,81
RC (%)	55,20 ± 0,083	53,03	58,20	1,75
PCQ (kg)	304,93 ± 1,77	261,26	355,53	6,76
Dietas				
Volumoso (%)	17,18 ± 0,20	11,46	21,87	13,88
Concentrado (%)	82,82 ± 0,20	78,22	88,54	2,87
MS (%)	62,75 ± 0,15	59,94	67,76	2,86
PB (%)	14,71 ± 0,06	13,72	16,96	4,96
NDT (%)	76,26 ± 0,09	73,68	77,86	1,36
CNF(%)				
FDN (%)	32,13 ± 0,07	26,79	43,06	14,01
FDNfe (%)	17,77 ± 0,07	16,21	19,04	4,57
Consumos de Nutrientes				
CMS (kg/dia)	11,55 ± 0,13	8,20	19,65	13,36
CMS (%PV)	2,44 ± 0,02	1,92	3,95	10,38
CPB (kg/dia)	1,70 ± 0,02	1,19	3,33	15,43
CNDT (kg/dia)	8,80 ± 0,10	6,25	15,21	13,26
CFDN (kg/dia)	1,40 ± 0,03	0,83	2,19	23,59
CFDNfe (kg/dia)	1,09 ± 0,01	0,78	1,86	13,74
CNDT:CPB	5,19 ± 0,02	4,56	5,40	4,08
Eficiência alimentar (%)	14,05 ± 0,14	8,35	21,67	11,67
CA (CMS:GMD)	7,21 ± 0,07	4,61	11,98	11,98
CPB:GMD	1,06 ± 0,01	0,68	2,03	13,93
CNDT:GMD	5,50 ± 0,06	3,40	9,27	11,94

PV = peso vivo (Kg), GPT = ganho de peso total (kg), GMD = Ganho médio diário (kg), RC = rendimento de carcaça %, PCQ = peso de carcaça quente (Kg), MS = matéria seca, PB = proteína bruta, NDT = nutrientes digestíveis totais, FDN = fibra em detergente neutro, FDNfe = Fibra em detergente neutro efetiva, CMS = consumo de matéria seca, CPB = consumo de proteína bruta, CNDT = consumo de nutrientes digestíveis totais, CFDN = consumo de fibra em detergente neutro, CFDNfe = Consumo de fibra efetiva em detergente neutro, CA = conversão alimentar. CV = Coeficiente de variação.

Tabela 2 – Descrição das características do confinamento em função do ano

Ano	Animais/baia	N de baias	PV inicial		Dias de confinamento	Volumoso (% na MS)	Concentrado (% na MS)	MS da dieta	% da MS				
			Mínimo	Máximo					PB	PDR	NDT	FDN	FDNfe
2019	136	23	305,6	473,4	92	16,5	83,5	64,47	14,19	9,34	76,54	26,87	16,70
2020	141	26	303,1	471,7	101	17,1	82,9	61,64	14,52	9,42	76,71	31,27	18,28
2021	139	28	305,3	481,7	109	18,6	81,4	62,22	14,71	9,68	76,55	32,80	18,25
2022	148	28	314,5	507,1	99	18,2	81,8	61,79	14,74	9,48	75,27	29,94	18,10
2023	137	16	345,4	469,7	106	17,7	82,3	61,69	14,12	9,47	75,37	39,15	18,21
2024	124	14	356,7	478,3	92	12,9	87,1	66,20	16,54	9,39	77,60	36,95	16,64

MS = matéria seca, PB = proteína bruta, NDT = nutrientes digestíveis totais, FDN = fibra em detergente neutro, FDNfe = Fibra em detergente neutro efetiva.

Tabela 3 – Descrição do desempenho produtivo dos animais em confinamento em função do ano

Ano	PV final		GPT	GMD	RC	PCQ
	Mínimo	Máximo				
2019	478,8	609,0	153,0	1,67	54,7	298,7
2020	494,2	608,9	158,9	1,60	54,2	295,5
2021	479,7	614,8	166,2	1,53	54,9	295,1
2022	478,9	639,9	162,6	1,66	55,6	309,3
2023	511,3	624,3	162,3	1,55	56,1	324,2
2024	508,2	618,1	147,7	1,62	56,6	321,6

GPT = ganho de peso total (kg), GMD = Ganho médio diário (kg), RC = rendimento de carcaça %, PCQ = peso de carcaça quente (Kg).

Tabela 4 – Descrição do consumo de nutrientes dos animais terminados em confinamento em função do ano

Ano	CMS (kg/dia)		CMS (%PV)	CPB	CNDT	CFDN	CFDNfe	NDT:PB	CA	EF
	Mínimo	Máximo								
2019	9,7	13,8	2,45	1,64	8,82	1,27	1,08	5,39	6,94	14,54
2020	8,4	14,0	2,32	1,57	8,30	1,24	1,02	5,28	6,79	14,87
2021	8,2	13,4	2,36	1,59	8,24	1,33	1,04	5,20	7,03	14,34
2022	10,1	15,0	2,70	1,88	9,62	1,80	1,21	5,11	7,76	13,09
2023	9,8	13,0	2,32	1,62	8,67	1,57	1,10	5,34	7,45	13,44
2024	10,4	19,6	2,44	1,99	9,36	1,09	1,13	4,70	7,44	13,76

CPB = Consumo de Proteína Bruta, CNDT = Consumo de Nutrientes digestíveis totais, CFDN = Consumo de Fibra em Detergente Neutro, CFDNfe = Consumo de fibra efetiva em detergente neutro, NDT:PB = Relação Nutrientes Digestíveis Totais e Proteína Bruta, CA = Conversão Alimentar, EF = Eficiência.

Tabela 5 – Modelos de predição ajustados para o peso de abate e do peso de carcaça de bovinos não-castrados Nelore e Cruzados quente em função das variáveis avaliadas.

Modelo de predição	R <sup>2</sup>	RQME	P-value
Peso de Abate (kg)			
$\hat{Y}_1 = 6,25.PVI^{0,75}$	0,99	25,63	0,0001
$\hat{Y}_2 = 0,71.GPT + 4,98.PVI^{0,75}$	0,99	5,79	0,0001
$\hat{Y}_3 = 294,49 + 0,65.PVI$	0,79	31,41	0,0001
$\hat{Y}_4 = 216,39 + 0,55.PVI + 75,77.GMD$	0,87	26,34	0,0001
$\hat{Y}_5 = 0,84952.DIAS + 5,30314. PVI^{0,75}$	0,99	14,61	0,0001
$\hat{Y}_6 = 0,67323.DIAS + 72,34237.GMD + 4,18731.PVI^{0,75}$	0,99	8,69	0,0001
$\hat{Y}_7 = 1,33993.DIAS + 92,08782.GMD - 2,81987.NDT + 5,50821.PVI^{0,75}$	0,99	3,89	0,0001
$\hat{Y}_8 = 1,4640.DIAS + 95,58083.GMD - 0,92714.VOL - 3,01955.NDT + 5,65708 PVI^{0,75}$	0,99	3,36	0,0001
Peso de Carcaça quente (kg)			
$\hat{Y}_1 = 0,55208.PVF$	0,9997	5,43	0,0001
$\hat{Y}_2 = 0,58670.PVF - 11,91364.GMD$	0,9997	5,22	0,0001
$\hat{Y}_3 = 0,64736.PVF - 15,6335.GMD - 0,31208.PV^{0,75}$	0,9997	5,10	0,0001
$\hat{Y}_4 = 0,70811.PVF - 18,0076.GMD - 0,6344.VOL - 0,5262.PVI^{0,75}$	0,9998	4,89	0,0001
$\hat{Y}_5 = 0,65879.PVF - 16,5816.GMD + 0,36382.RC - 0,78139.VOL - 0,44162.PVI^{0,75}$	0,9998	4,77	0,0001
$\hat{Y}_6 = 0,55264.PVF - 0,2369.GMD + 5,62239.RC - 3,07925.VOL - 3,10778.CONC$	0,9999	0,34	0,0001
$\hat{Y}_7 = 0,55197.PVF + 5,63157.RC - 3,08394.VOL - 3,11308.CONC$	0,9999	0,34	0,0001
$\hat{Y}_8 = 0,55302.PVF + 5,63476.RC - 3,08686.VOL - 3,11606.CONC - 0,03972.CMS$	0,9999	0,34	0,0001
$\hat{Y}_9 = 0,55272.PVF + 5,61698.RC - 3,04238.VOL - 3,04869.CONC - 0,06763.NDT - 0,04296.CMS$	0,9999	0,34	0,0001

PVI = peso vivo inicial (kg), PVF = peso vivo final (kg), GPT = ganho de peso total no confinamento (kg), GMD = ganho médio diário (kg/dia), CCNF = consumo de carboidratos não-fibrosos (kg/dia), CMS = consumo de matéria seca (kg/dia), RC = rendimento de carcaça (%) VOL = porcentagem de volumoso da dieta (%), CONC = porcentagem de concentrado na dieta (%), NDT, teor de nutrientes digestíveis totais da dieta (%), RQME = raiz quadrada do quadrado médio do erro.

## DISCUSSÃO

O Peso de Carcaça Quente (PCQ) é a principal medida de remuneração do produtor e geralmente obtido somente após o abate do animal. Portanto prever essa característica facilitará o planejamento do confinamento, uma vez que a equação selecionada inclui o peso do animal no início e no final do período de terminação. Moura et al. (2023), pesquisando encontrou no modelo selecionado para melhor estimar PCQ considerou, Peso Vivo Final (PVF), e o dia de confinamento (DC) ( $\hat{Y}_{13} = 0.1971 \cdot IBW + 0.4476 \cdot FBW - 0.2190 \cdot DC$ ).

Os dados dos animais confinados e abatidos durante o período de avaliação, entre 2019 e 2024 nesse experimento, apresentaram Peso de Abate 552,37 Kg em média, Moura et al. (2022) observaram 497,8 kg. Quando aplicado, os valores publicados por Moura et al. (2022) para o Peso de Abate, observa-se erro menor que <5% para as 4 equações que não possuem em sua composição os dias de confinamento. Neste trabalho, o confinamento teve duração de 142 dias, muito distante do qual as equações foram geradas que eram em média 100 dias, por isso, as equações que possuem dias de confinamento em sua estrutura, foram menos precisas, com erros maiores que 5%, entretanto menores que 10%. Para PCQ, observou-se o Consumo de Matéria Seca (CMS) de 10,2 Kg, PVF de 497,8 Kg, GMD de 1,3, RC de 55,2 todos os valores foram preditos pelas equações de PCQ com erro menor que 5%.

Arcanjo et al. (2022), também relataram Peso de Abate (PA) 525,8 Kg em média, e PCQ 288,4 Kg em média, com novilhos Nelore não castrados com 30% de volumoso, PVI 377,8, GPT 145,9, GMD 1,3 kg. As equações para PA apresentaram erro menor que 3 %, sendo mais precisas em dias do que para Moura et al. (2022), nesse caso todas as equações com inclusão dos dias observaram erro menor que 3%, isso se deve ao fato deste confinamento ter sido com dias mais próximo ao desta avaliação que foi realizado com 19.000 cabeças, distribuídos em seis anos, sendo a  $\hat{Y}_7 = 1,33993 \cdot DIAS + 92,08782 \cdot GMD - 2,81987 \cdot NDT + 5,50821 \cdot PVI 0,75$ , o menor erro observado. Já para PCQ equações apresentaram mais precisas com erro menor que 1,7%, observou-se nesse experimento PCQ de 304,93 Kg. Essa predição acurada das equações pode ser justificada pelo elevado número de dados avaliados (19.000).  $\hat{Y}_9 = 0,55272 \cdot PVF + 5,61698 \cdot RC - 3,04238 \cdot VOL - 3,04869 \cdot CONC - 0,06763 \cdot NDT - 0,04296 \cdot CMS$  esse modelo foi o mais preciso. Nota-se que os dados foram semelhantes, e as equações foram precisas.

Ítavo et al (2023), observaram PCQ de 245,5 Kg e PA 456,6 Kg em animais Nelore não castrados confinados em uma dieta de 40% de volumoso, CMS 9,2 kg. Observou-se que equações para Peso de Carcaça apresentaram menor erro quando comparadas ao Peso de Abate, novamente a Y9 apresentou maior precisão com erro menor de 2%, enquanto as outras equações não passaram de 4,5% de erro de predição. Já para PA a Y2 ( $\hat{Y}_2 = 0,71 \cdot GPT + 4,98 \cdot PVI 0,75$ ) apresentou mais eficácia em relação as demais equações, com erro de 5%, uma vez que as equações que continham os dias de confinamento foram mais precisas, com erro menor que 5%. Observa-se que o aumento na proporção de volumoso na dieta reduz o desempenho produtivo, GMD e GPT, reduzindo a precisão da equação que foi feita com dietas com maior inclusão de concentrado e menor de volumoso, com GMD mais elevados e PCQ maiores.

## **CONCLUSÃO**

A capacidade de predizer a performance dos animais com base em equações de dados desse experimento foi satisfatória a acurada em novilhos Nelore não castrados terminados em confinamento. O Peso de Carcaça quente foi mais preciso que o Peso Final de Abate, é válido realizar outras equações com esses mesmos dados para buscar outras medidas zootécnicas.

## REFERÊNCIAS

- Arcanjo, A. H. M., Ítavo, L. C. V., Ítavo, C. C. B. F., Franco, G. L., Dias, A. M., dos Santos Difante, G., ... & Gurgel, A. L. C. (2022). Cotton cake as an economically viable alternative fibre source of forage in a high-concentrate diet for finishing beef cattle in feedlots. *Tropical Animal Health and Production*, 54(2), 112.
- Blake, N. E., Walker, M., Plum, S., Hubbart, J. A., Hatton, J., Mata-Padrino, D., ... & Wilson, M. E. (2023). Predicting dry matter intake in beef cattle. *Journal of Animal Science*, 101, skad269.
- Detmann, E.; Paulino, M. F.; Valadares Filho, S. C. *Otimizando o uso de recursos alimentares pela bovinocultura de corte*. In: Simpósio de Produção de Gado de Corte, 7., 2010, Viçosa. Anais... Viçosa, MG: UFV, 2010. p. 191-240.
- Galyean, M. L., DiLorenzo, N., McMeniman, J. P., & Defoor, P. J. (2010). Predictability of feedlot cattle growth performance. *J. Anim. Sci*, 1, 332-333.
- Greenwood, P. L. (2021). Review: An overview of beef production from pasture and feedlot globally, as demand for beef and the need for sustainable practices increase. *Animal* 15: 100295. *J. ANIMAL*.
- Mertens, D. R. (1997). Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 80(7), 1463-1481.
- Millen, D. D., Pacheco, R. D. L., Arrigoni, M. D. B., Galyean, M. L., & Vasconcelos, J. T. (2009). *A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil*. *Journal of Animal Science*, 87(10), 3427-3439.
- Moura, J. R.F., Ítavo, L. C. V., Ítavo, C. C. B. F., Dias, A. M., dos Santos Difante, G., Dos Santos, G. T., ... & Chay-Canul, A. J. (2023). Prediction models of intake and productive performance of non-castrated Nellore cattle finished in the feedlot system under tropical conditions. *Tropical Animal Health and Production*, 55(2), 64.
- NASEM. (2016). Nutrient Requirements of Beef Cattle (8th ed.) Washington, DC: National Academies Press.
- Owens, F. N.; Sechrist, D. S.; Hill, W. J.; Gill, D. R. (1998). *Acidosis in cattle: a review*. *Journal of Animal Science*, 76 (1) 275-286.
- Owens, F. (2010). Optimization of feedlot diets with high density of energy and nutrients. *II Simpósio Internacional de Produção de Gado de Corte*. [http://www.simcorte.com/index/Palestras/6\\_simcorte/simcorte4.PDF](http://www.simcorte.com/index/Palestras/6_simcorte/simcorte4.PDF). (Accessed October 10, 2012.).
- Silvestre, A. M., Cruz, G. D., Owens, F. N., Pereira, M. C. S., Hicks, R. B., & Millen, D. D. (2019). Predicting feedlot cattle performance from intake of dry matter and NEg early in the feeding period. *Livestock Science*, 223, 108-115.
- Snider, M. A., Gadberry, M. S., & Rivera, J. D. (2025). Invited Review: Effects of management on performance of stocker cattle and subsequent feedlot performance: A review within Applied Animal Science. *Applied Animal Science*, 41(4), 329-349.
- Tedeschi, L. O.; Fox, D. G.; Russell, J. B. Accounting for ruminal deficiencies of nitrogen and branched-chain amino acids in the structure of the Cornell Net Carbohydrate and Protein System. *Journal of Animal Science*, v. 78, p. 1648–1658, 2005.
- Tedeschi, L. O. (2006). Assessment of the adequacy of mathematical models. *Agricultural Systems*, 89(2–3), 225–247.

- Tedeschi, L. O. (2019). Models of nutrition and growth in cattle: Progresses, applications, and future directions. *Animal Frontiers*, 9(2), 47–56.
- Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant*. 2nd ed. Ithaca: Cornell University Press.
- Zinn, R. A., Barreras, A., Owens, F. N., & Plascencia, A. (2008). Performance by feedlot steers and heifers: daily gain, mature body weight, dry matter intake, and dietary energetics. *Journal of Animal Science*, 86(10), 2680-2689.
- ABIEC - <https://abiec.com.br/en/publicacoes/beef-report-2025-brazilian-beef-profile>.
- Silvestre, A. M., & Millen, D. D. (2021). The 2019 Brazilian survey on nutritional practices provided by feedlot cattle consulting nutritionists. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 50, e20200189.

# **RELATÓRIO DE ESTÁGIO OBRIGATÓRIO**

## **1. INTRODUÇÃO**

Com o intuito de aprofundar meus conhecimentos em nutrição de ruminantes e conhecer outros sistemas intensivos de engorda bovina, decidi realizar meu estágio obrigatório no Texas – Estados Unidos. Após conversar com meu orientador Luis Carlos Vinhas Ítavo, entrei em contato com o Professor Doutor Luis Orlindo Tedeschi para minha supervisão de estágio na Texas A&M para realização do mesmo em 2025, com essa oportunidade estava disposto a conhecer o sistema Americano de engorda, o foco das pesquisas internacionais em um lugar extremamente tecnológico e com pessoas referências na área.

As principais pesquisas que acompanhei todas envolvendo nutrição de ruminantes com foco principalmente na redução da emissão de Metano ( $\text{CH}_4$ ) por kg de MS consumida, consegui participar do desenvolvimento de projetos, acompanhar o delineamento do experimento, as principais análises feitas no laboratório e o que estavam procurando ao realizar as mesmas.

No momento da chegada, a faculdade estava no período de férias para os alunos, de junho a final de agosto era verão, no dia 25/08/2025 voltaram as aulas, e conversando com meu supervisor, decidimos que seria válido acompanhar aulas de graduação e pós graduação ofertadas pela faculdade, comecei então assistir aulas com professores americanos e uma ministrada pelo meu supervisor, com isso, tive a oportunidade de aprender mais sobre os principais alimentos ofertados, fracionamento, bioquímica aplicada em ciência animal, uma visão geral da pecuária americana e suas principais regiões de produção tanto de bovino quanto agrícola.

Juntamente com o Professor Luis Tedeschi e a Professor Marcia Fernandes, realizei análises com o Ruminant Nutrition System, um modelo aplicado de predição de requerimentos e utilização de alimentos para ruminantes, com esse programa consegui aprofundar meus conhecimentos na área de nutrição de modo que associei o modelo mecanístico para formular dietas e entender mais sobre todo a complexidade do processo de digestão, fermentação, absorção e metabolismo de energia e proteína.

## **2. LOCAL DO ESTÁGIO**

O estágio ocorreu na *Texas Agriculture e Mechanical University* (Texas A&M) no prédio Kleberg Animal and Food Science (Figura 1) localizado em College Station, sob supervisão do Professor Dr. Luis Orlindo Tedeschi, com início no dia 11 de junho e final no dia 10 de novembro, totalizando 5 meses. Ao chegar nos Estados Unidos no dia 11/06/2025, percebi primeiramente a diferença na estrutura das faculdades comparadas à do Brasil, a maior parte do meu estágio foi realizada no prédio Kleberg Animal and Food Science localizado em College Station. Uma pesquisa estava sendo conduzida no momento no Nutrition and Physiology Center, uma fazenda próxima a cidade, nesse local foram desenvolvidos vários experimentos ao qual tive a oportunidade de participar, desenvolver novas habilidades, utilização de novos produtos na alimentação animal aos quais não tinha conhecimento a respeito.

O estágio foi desenvolvido no setor de bovinocultura de corte, com enfoque na nutrição e formulação de dietas para bovinos confinados.



Figura 1. Prédio Kleberg

### **3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS**

Durante o período de estágio, acompanhei alunos e pesquisadores da pós-graduação, ajudando com as atividades de pesquisa em andamento. Auxiliei nas pesquisas de campo desenvolvidas no momento em que abordava estratégias voltadas à sustentabilidade e desempenho animal. No laboratório, realizei diversas análises, incluindo determinação de FDN e análises por bomba calorimétrica, além de contribuir com coletas e preparo de amostras de campo. Utilizei o software RNS para formulação de dietas e o MES para validação dos dados.

Durante o estágio, também participei de aulas como ouvinte, aprendendo mais sobre a pecuária americana e nutrição de ruminantes de forma mais detalhada e abrangente.

Abaixo segue as atividades desenvolvidas no período de forma mais detalhada.

**2.2 Experimento 1:– Avaliação de extrato misto de taninos** O primeiro experimento em que tive a oportunidade de auxiliar fez parte do projeto de mestrado intitulado “**In vitro and in vivo assessment of a Mixed Condensed and Hydrolysable Tannin Extract for Sustainable Beef Production**”. O estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de um extrato misto de taninos condensados e hidrolisáveis sobre a produção de metano, a utilização de nitrogênio e o desempenho animal de bovinos de corte. A hipótese central é que a suplementação com extrato misto de taninos pode reduzir emissões de metano entérico e melhorar a eficiência de uso de nitrogênio, sem comprometer o desempenho dos animais.

O experimento foi dividido em duas partes: in vitro e in vivo. O experimento in vivo, foi conduzido com oito novilhos Bos taurus em um delineamento quadrado latino 4 x 8, com quatro períodos experimentais e quatro níveis de inclusão do extrato de tanino (0,0, 0,15, 0,30 e 0,45% da matéria seca da dieta). Cada animal recebeu todos os tratamentos ao longo dos períodos, com 21 dias de adaptação seguidos por coleta de dados em câmaras respirométricas (Figura 2) por 48 horas e amostragens adicionais de sangue, fluido ruminal, urina, fezes, consumo de água e sobras. A dieta utilizada foi uma ração total composta por 33,1% de feno de bermudagrass picado, 39,8% de milho quebrado, 16,4% de grãos de destilaria, 7,4% de melão e 3,3% de mistura mineral, formulada para atender às exigências nutricionais dos animais e permitir avaliação dos efeitos dos taninos sobre a digestibilidade e metabolismo animal.

Já experimento in vitro foi desenhado para complementar os achados in vivo, foi utilizado quatro períodos experimentais e quatro rodadas de incubação por período. Foram utilizadas 24 garrafas por rodada, com dois tratamentos por rodada, distribuídos para análises de fibra em detergente neutro (FDN) e ácidos graxos voláteis (AGV). O inóculo ruminal foi coletado anteriormente à entrada nas câmaras respiratóricas juntamente com sangue e partículas, de cada experimento in vivo, garantindo adaptação prévia ao extrato de tanino. O substrato fermentativo foi a mesma dieta utilizada no experimento in vivo.

### **2.2.1 Atividades desenvolvidas no experimento**

Como estagiário, participava de todas as coletas e alimentação dos animais do confinamento e da câmara respirométrica.

Durante o período de coleta, era responsável pela coleta do líquido ruminal dos animais realizado via sonda esofágica e logo em seguida eram medidos pH e Redox do mesmo (Figura 3), antes e após a caixa de fermentação, assim como amostra de partícula de alimento e protozoário; também coletei sangue pela via jugular para medição de nitrogênio sanguíneo.

Após as coletas seguíamos para o laboratório para dar início a montagem da caixa de fermentação (Figura 4). Nesse processo, em cada frasco era adicionada parte do líquido ruminal e da dieta, utilizados como substratos, além da MIDIA (um meio que simula o ambiente ruminal, com Macro e Micro minerais, tamponantes). Após 48 horas, retirávamos os animais das câmaras e dávamos sequência no experimento com os próximos 2 animais seguindo o mesmo protocolo experimental. No laboratório, após cada ciclo de 48 horas, uma nova **caixa de fermentação** era iniciada, substituindo a anterior. Durante essa etapa, fiquei responsável por medir pH e redox, coletar amostra para perfil de AGV e adicionar a solução de detergente neutro para realização da análise de FDN. Paralelamente, a mestrandona responsável pelo projeto realizava acoleta de gás das garrafas, para analisar no cromatógrafo em sequência, e assim conseguir diferenciar CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e O<sub>2</sub> presentes na amostra.

Adicionalmente, durante meu período no laboratório, fui responsável por realizar análise nabomba de calorimetria, com amostra de fezes e alimentos da dieta.



Figura 2. Câmeras respirométricas.

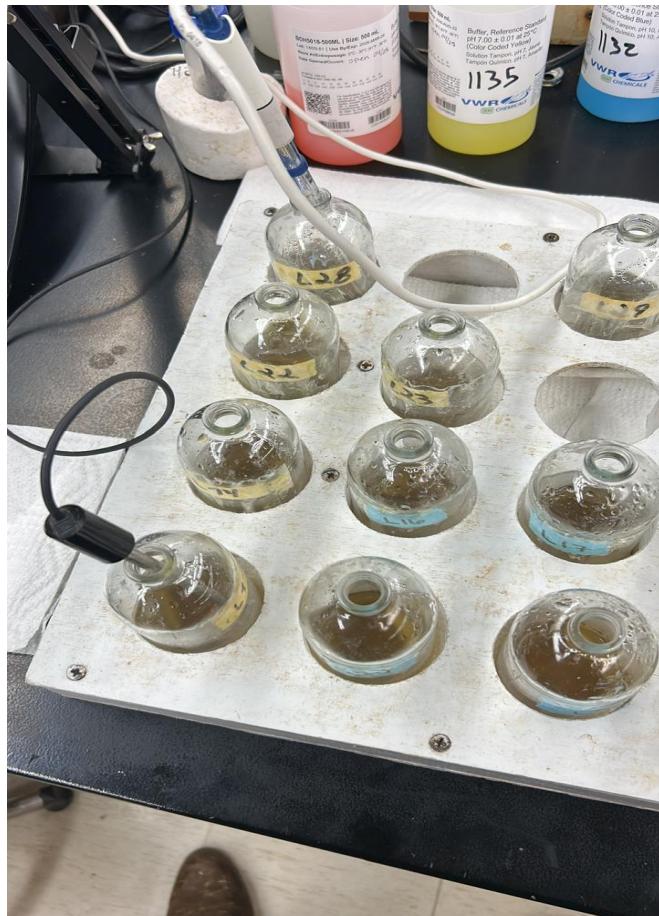


Figura 3. Medição de pH e redox, das amostras pós caixa de fermentação

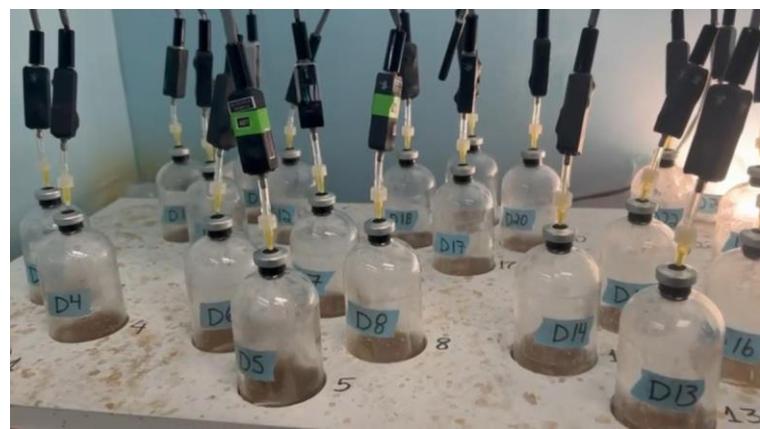


Figura 4. Caixa de fermentação com 24 amostras

### 2.3 Experimento 2: Adaptação ruminal ao extrato de tanino -

Outro experimento em que tive a oportunidade de auxiliar fez parte do projeto de mestrado intitulado **Influence of Rumen Adaptation to Tannin Extract on the Fermentation Dynamics of Substrates Using In Situ and In Vitro Techniques**. A pesquisa teve como objetivo avaliar a influência da adaptação microbiana do fluido

ruminal à suplementação com extrato de tanino sobre as respostas fermentativas em metodologias *in vitro* e *in situ*. A hipótese é que a adaptação prévia dos microorganismos ruminais ao tanino altera significativamente os padrões de fermentação, digestibilidade da fibra e produção de gases, afetando a interpretação da eficácia do aditivo.

O estudo buscou esclarecer se a origem do fluido ruminal (adaptado vs. Não adaptado) interfere nos resultados obtidos por diferentes técnicas fermentativas, contribuindo para padronização metodológica e maior precisão na avaliação de aditivos bioativos.

O experimento conduzido com oito novilhos (quatro Black Angus e quatro Red Angus), todos canulados, divididos em dois grupos: Adaptados ( $n=4$ ), animais que receberam o extrato comercial de tanino por 21 dias antes da coleta, e não adaptados ( $n=4$ ), os animais que eram expostos ao aditivo previamente. A dose de tanino utilizada foi de 0,3% da matéria seca da dieta. A dieta foi formulada com base no modelo RNS para atender às exigências nutricionais de animais em fase de crescimento, com fornecimento diário de 2% do PV. A composição da dieta incluiu: milho quebrado (36%,0), feno de bermudagrass (31,2%), melaço de cana (8,0%), premix minera (3%), grãos secos de destilaria (9,5%), feno de alfafa (12,0%) e ureia (0,3%).

O experimento *in vitro* foi realizado por meio da fermentação estática por 48 horas com leitura automatizada da diferença de pressão, utilizando fluido ruminal dos dois grupos. São 4 rodadas de fermentação, totalizando 96 amostras (24 por tratamento). As análises incluirão produção de gases, perfil de ácidos graxos voláteis (AGV), pH, potencial redox, degradação de fibra em detergente neutro (FDN), contagem de protozoários e atividade de taninase (via HPLC e método colorimétrico)

O experimento *in situ* foi conduzido com os mesmos animais, em dois períodos. Os substratos foram incubados em diferentes horários para melhor observar atividade ruminal sendo eles: 288h, 120h, 96h, 72h, 48h, 36h, 24h, 12h, 9h, 6h, 3h, 1h, 0h, no intuito de realizarmos degradabilidade de FDN e FDA, com sacos f57 da Ankom, além de coletas adicionais de fluido ruminal para o pH, redox, amônia, protozoários e taninases, e sangue para avaliação de nitrogênio sérico.

Os resultados poderão validar o uso de fluido adaptado em ensaios *in vitro*, otimizar estratégias de suplementação com taninos e contribuir para práticas nutricionais mais sustentáveis na produção de ruminantes.

### **2.3.1 Atividades desenvolvidas no experimento**

Como estagiário desse experimento, consegui participar primeiramente da cirurgia de fistulação dos 8 bezerros, ajudando o veterinário com toda parte preparatória e pós-operatória, aplicação de medicamentos e feromônios como o FerAppease (Figura 5).

O produto FerAppease tinha o intuito de reduzir níveis de cortisol dos animais pós cirurgia e melhorar o consumo para melhor recuperação. Aplicação desse produto era feita por uso pour on, no chanfro e na marrafa dos animais (Figura 6).

Adicionalmente, fui também responsável pelo trato dos animais todos os dias pelo período da tarde.

Para o experimento in vitro, realizava coleta de líquido ruminal agora por meio da canula (Figura 7), ainda utilizando a sonda, porém sem necessidade de ir pelo caminho do esôfago. Além disso, também participei das coletas de sangue, e na preparação câmara de fermentação e análises de pH, redox e FDN como no experimento anterior.

No experimento in situ, atuei no manejo dos animais e na condução das etapas de incubação e desincubação dos saquinhos de Ankon no rúmen (Figura 8), procedimento utilizado para determinar a degradabilidade da FDN e FDA.

no laboratório ajudando com a preparação das caixas, MIDIA, pH, redox, FDN, e para o experimento in situ, manejávamos os animais para colocação dos saquinhos no rúmen durante todo o período de experimento.

Ademais, também participei da formulação das dietas para esse experimento, pelo software RNS, juntamente com a mestrandona responsável.



Figura 5. Dr. Hairgrove, Médico Veterinário responsável pela cirurgia

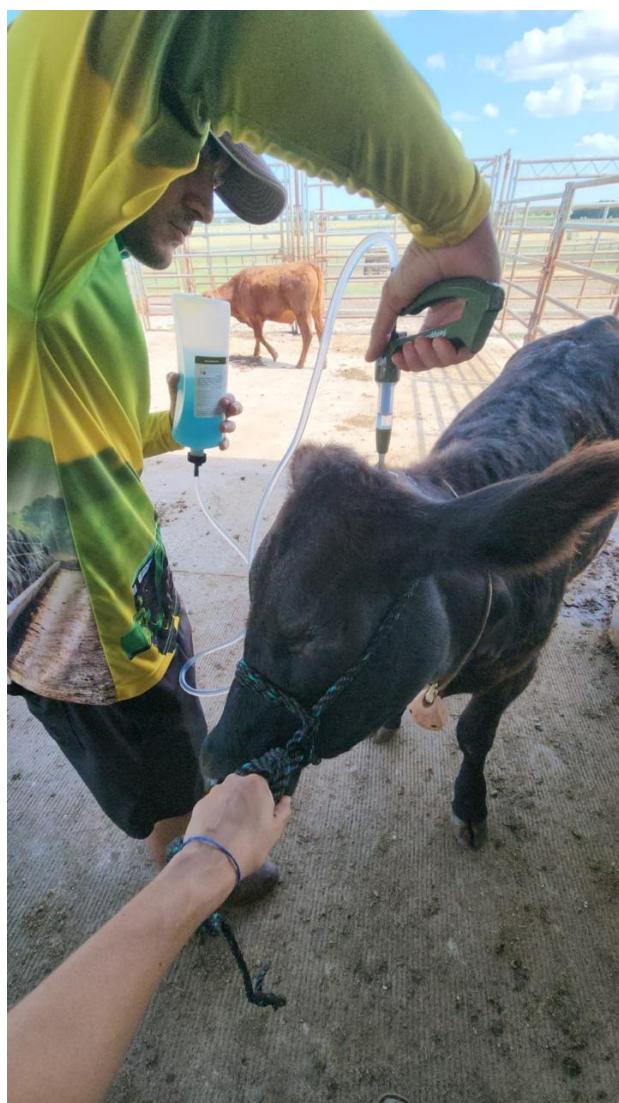


Figura 6. Aplicação do produto FerAppese pós cirurgia



Figura 7. Coleta de líquido ruminal, via fístula.



Figura 8. Saquinhos Ankon F57

#### **2.4 Experimento 3: Pecuária de precisão**

Participei ainda de outro experimento relacionado ao projeto de Doutorado de título **Harnessing Precision Livestock Farming to Support Smart Sustainable Beef Cattle Production**. O projeto teve como principais objetivos o uso de visão computacional e aprendizado de máquina (Machine learning) para identificar padrões de comportamento dos animais, como ingestão de alimento, tempo de ruminação e interações sociais. As imagens e vídeos coletados pelas câmeras instaladas nos cochos e baías são processados por modelos de inteligência artificial, que permitem detectar variações sutis de comportamento e antecipar possíveis problemas de saúde e alterações no consumo. Este tipo de tecnologia representa um avanço significativo para a nutrição de ruminantes, possibilitando um acompanhamento individualizado e contínuo do bem-estar e da eficiência alimentar.

Outra vertente do projeto envolve o uso de drones (UAVs) equipados com sistemas de rastreamento e colares GPS solares, empregados no monitoramento de bovinos em áreas de pastagens. Essa abordagem permite observar o comportamento natural dos animais, avaliar o deslocamento e a distribuição espacial dos rebanhos, além de testar a integração entre dados de GPD e imagens aéreas. O cruzamento dessas informações fornece uma visão detalhada da dinâmica de pastejo, contribuindo para o desenvolvimento de algoritmos de rastreamento mais precisos e para o manejo sustentável das pastagens.

#### **2.4.1 Atividades desenvolvidas no experimento**

Como estagiário, ajudei na instalação das câmeras no Calan Gate (confinamento experimental). Durante esse processo, aprendi a monitorar as mesmas pelo celular e pelo computador. A utilização dessas câmeras possibilita observar o cocho, a baia como um todo, facilitando a coleta de dados para alimentar o modelo.

Além disso, auxilei na manipulação, no carregamento e na limpeza dos dispositivos GPS. Esses equipamentos permitem observar o comportamento dos animais e principalmente a comparação entre os modelos de GPS, precisão no sinal.



Figura 10.

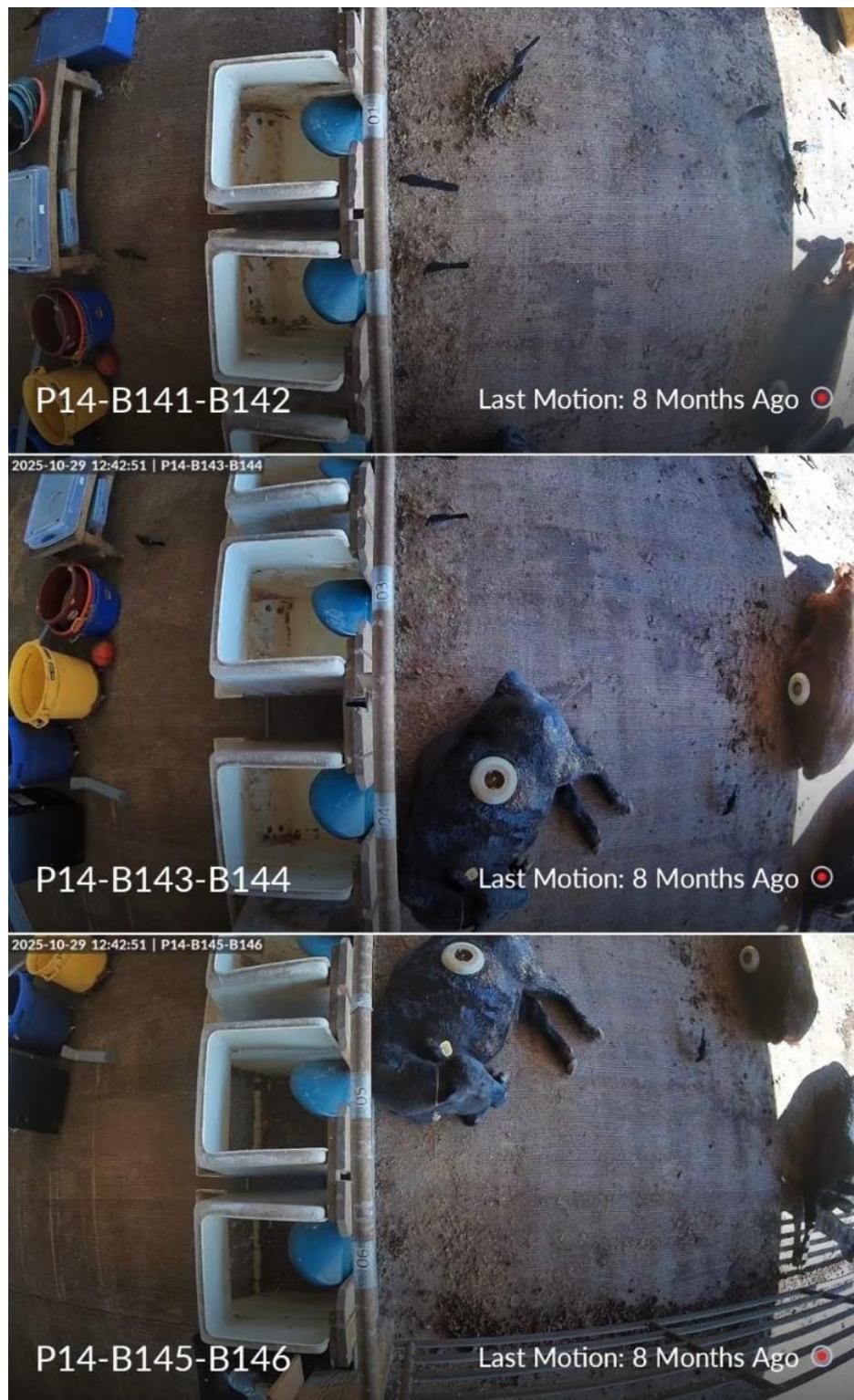


Figura 11.



Figura 12.



Figura 13.



Figura 14.



Figura 15.

### 3.1 Avaliação de dietas pelo modelo do Ruminant Nutrition System

Durante o estágio, utilizei o modelo Ruminant Nutrition System (RNS), desenvolvido por Tedeschi e Fox (Figura 16), com o objetivo de simular o desempenho de bovinos de corte em confinamento, a partir de diferentes dietas formuladas.

O RNS é um modelo mecanístico de nutrição de ruminantes derivado do Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS), estruturado para representar de forma

detalhada os processos que envolvem consumo, digestão e utilização de nutrientes. Através de suas equações e submodelos interligados, o RNS permite estimar CMS, digestibilidade dos nutrientes, síntese de proteína metabolizável, balanço energético e, consequentemente, o GMD dos animais, sob diferentes condições de alimento e ambiente.

Este modelo combina abordagens mecanísticas e empíricas. A abordagem mecanística é baseada em princípios biológicos, utilizando taxa de degradação e equações derivadas da fisiologia ruminal e metabólica. Já os componentes empíricos são derivados de relações estatísticas obtidas experimentalmente, sendo empregados em etapas nas quais o comportamento biológico é conhecido, mas difícil de modelar diretamente. Essa combinação torna o RNS um modelo híbrido, que alia teoria dos modelos mecanísticos com a praticidade dos modelos empíricos, ampliando sua capacidade de aplicação em diferentes sistemas de produção.

Realizamos um teste para avaliar dietas utilizadas em confinamentos anteriores conduzidos pelo grupo de pesquisa do professor Tedeschi. A partir dos dados obtidos, o modelo foi aplicado para predizer o desempenho animal, e posteriormente, comparar os valores preditos com os observados nos experimentos (Figura 18).

Para essa etapa de validação, utilizou-se o Model Evaluation System (MES), ferramente específica para avaliação da acurácia e precisão dos modelos de simulação, modelo este também desenvolvido por Tedeschi. O MES permite calcular métricas como o coeficiente de determinação R<sup>2</sup>, o erro quadrático médio da raiz (RMSE), o coeficiente de correlação de concordância (CCC) e o viés médio, além de gerar gráficos de valores preditos e observados, que permitem visualizar a qualidade do ajuste do modelo aos dados experimentais.

A utilização do RNS e MES proporcionou uma compreensão mais profunda sobre a relação entre nutrientes ingeridos, metabolismo e desempenho animal, permitindo identificar possíveis desvios entre a predição teórica e o comportamento observado em campo.

O modelo demonstrou uma ferramenta essencial para apoiar a formulação de dietas mais eficientes e para o entendimento dos fatores que influenciam a conversão alimentar e o GMD em bovinos (Figura 19). Entretanto, apesar de suas vantagens, o uso do RNS apresentou algumas dificuldades para esse processo, o modelo requer uma grande quantidade de informação de entrada precisa, como a caracterização detalhada dos alimentos (frações de carboidratos e proteínas, taxas de degradação e passagem ruminal) e dados ambientais. Além disso, é necessário ajustar alguns parâmetros de acordo com a

realidade local, especialmente quando se trabalha com raças, alimentos ou condições tropicais, que podem diferir das bases dos dados originais utilizadas no desenvolvimento do modelo. Essa calibração é essencial para a aplicação do modelo.

Apesar das limitações, que no caso, não tinha informações completas para aplicar no RNS, foi uma oportunidade e uma abordagem moderna e científica para o estudo da nutrição e do desempenho de ruminantes. Sua estrutura mecanística permite a simulação de cenários complexos e o teste de hipóteses sem a necessidade de longos ensaios experimentais. Assim, essa oportunidade que o estágio forneceu contribuiu para o desenvolvimento de competências em análise de dados zootécnicos, reforçando a importância da integração entre modelos computacionais e dados reais de confinamento para buscar maior eficiência produtiva.

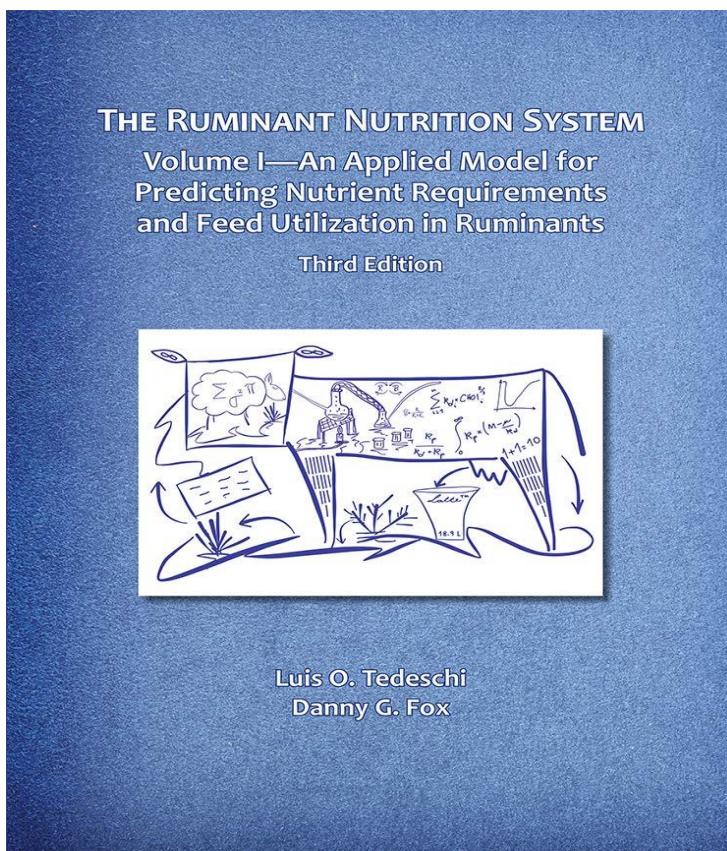


Figura 16. Ruminant Nutrition System, capa, terceira edição.

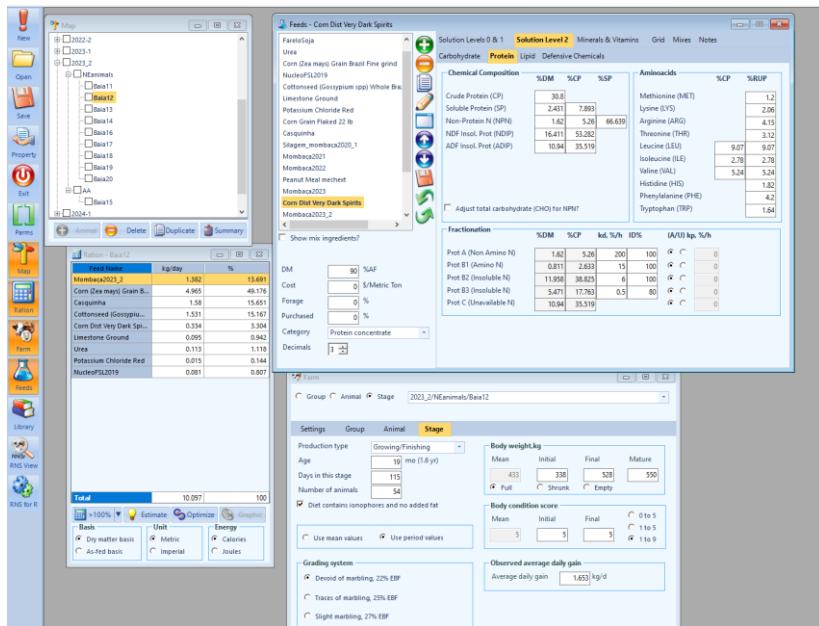


Figura 17.

GROUP: 2023_2   ANIMAL: NEanimals   STAGE: Baia1								
Species:Cattle   Type:Meat/Beef   Sex:Male   SRw:400   MBW:550   BW:{406-547}   BCS:{5.0-5.0}								
Items	Metabolizable Energy (ME) Balance			Metabolizable Protein (MP) Balance			Ca g/d	P g/d
	Available Mcal/d	Required Mcal/d	Balance Mcal/d	Available g/d	Required g/d	Balance g/d		
Supplied	28.703			1029.35			33.09	22.52
Required								
Maintenance	28.703	14.874	13.829	1029.35	322.66	706.69	7.04	7.32
Pregnancy	13.829	0.000	13.829	706.69	0.00	706.69	0.00	0.00
Lactation	13.829	0.000	13.829	706.69	0.00	706.69	0.00	0.00
Growth	13.829	23.745	-9.915	706.69	411.59	295.10	12.83	7.05
Reserves	0.000	0.000	0.000	295.10	0.00	295.10	---	---
Balance	28.703	38.619	-9.915	1029.35	734.25	295.10	13.22	8.15
<b>Animal Intake &amp; Performance</b>								
<b>Diet Summary &amp; Nutrient Fractionation</b>								
Dry matter intake, kg/d				DM, % AF	: 66.520	CHO fractions, % DM		
Predicted [ 9.98; 10.61] ( 106.19% obs )	: 10.290			Forage, %	: 13.691	A1 VFA	: 0.137	
Required (ME & MP bases, 101.62% obs)	: 9.847			CP, % DM	: 14.416	A2 Lactate	: 0.274	
User-inputted (obs) ( 2.03% BW )	: 9.690			Soluble CP, %CP	: 34.022	A3 Organic Ac.	: 0.000	
Predicted water intake, kg/d	: 48.576			NPN, % CP	: 29.951	A4 Sugars	: 3.399	
Average daily gain, kg/d				ADF, % DM	: 15.578	B2 Pectin	: 5.593	
ME allowable gain ( 96.79% obs )	: 1.364			NDF, % DM	: 33.395	B1 Starch	: 35.275	
MP allowable gain ( 166.19% obs )	: 2.342			Lignin, % NDF	: 10.641	B3 Fiber	: 24.866	
Lys allowable gain ( 208.05% obs )	: 2.931			peNDF, % NDF	: 51.398	C  Unavailable:	: 8.529	
User-inputted	: 1.409			NDIN, % DM	: 2.285	Protein fractions, % DM		
Efficiency of use, %	Energy	Protein		ADIN, % DM	: 1.120	A  Nonamino N	: 4.318	
Maintenance	: 67.525	55.246	TDC, % DM	NFC, % DM	: 44.012	B1 TP fast kd	: 0.587	
Pregnancy	: 0.000	0.000	Ash, % DM	EE, % DM	: 5.641	B2 TP med. kd	: 7.369	
Growth	: 45.461	43.894	Diet Ca:P	TDC, % DM	: 0.000	B3 TP slow kd	: 1.165	
						C  Unavailable:	: 1.120	
						Diet N:S	: 11.817	

Figura 18. RNS relatório, formulação para atender Energia e Proteína Metabolizável.

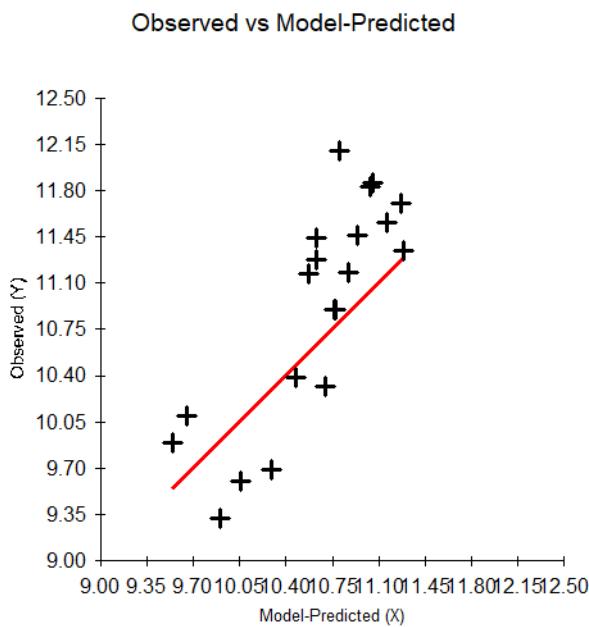


Figura 19. Resultado MES

#### 4.0 Aulas na Texas A&M University

Durante o período de estágio na **Texas A&M University**, tive a oportunidade de participar de algumas disciplinas do curso de **Animal Science**, o que proporcionou uma vivência acadêmica enriquecedora e uma compreensão mais ampla sobre os sistemas de produção animal nos Estados Unidos. As aulas são ministradas com forte ênfase em **aplicações práticas e integração entre pesquisa, ensino e extensão**, permitindo que os alunos visualizem de forma concreta os impactos nutricionais, reprodutivos e de manejo sobre a eficiência produtiva dos bovinos.

Entre as disciplinas que acompanhei, destacam-se **Feeds and Feeding** e **Beef Cattle Management**, que foram essenciais para comparar o enfoque técnico e metodológico adotado nos Estados Unidos com aquele normalmente observado no Brasil.

A disciplina **Feeds and Feeding**, ministrada pelo **Dr. Matt Beck** tem como objetivo principal estudar os **alimentos utilizados na nutrição animal**, abordando desde a composição química e energética até os métodos de processamento e conservação de forragens e grãos. Durante as aulas, foi possível observar uma grande integração entre a teoria e a prática, com o uso de **laboratórios de avaliação de alimentos**, visitas a **confinamentos experimentais** e discussões sobre formulação de dietas voltadas para diferentes categorias de bovinos.

A disciplina **Beef Cattle Management**, ministrada pelo Dr. Andy Herring, abordou de forma abrangente os **principais sistemas de produção de bovinos de corte nos Estados Unidos**, desde a fase de cria até o confinamento. Um dos temas mais enfatizados foi a **organização geográfica da cadeia produtiva**, que apresenta diferenças marcantes em relação ao Brasil. Durante as aulas, também foram discutidos aspectos de **reprodução, manejo sanitário e eficiência alimentar**, com forte foco em índices zootécnicos, bem-estar animal e rastreabilidade. Foi interessante observar o uso intensivo de tecnologias como **monitoramento eletrônico, avaliação de carcaça via ultrassom e programas genéticos integrados**, práticas ainda em expansão no Brasil. Essa disciplina contribuiu significativamente para compreender a **estrutura integrada da pecuária norte-americana**, em que cada fase do sistema produtivo é otimizada de forma coordenada para maximizar o retorno econômico e reduzir o impacto ambiental.

Tive a oportunidade de acompanhar também a disciplina de **Ruminant Nutrition**, ministrada pelo Dr. Luis Tedeschi voltada aos alunos de **pós-graduação** do programa de Ciência Animal da Texas A&M University. Essa disciplina tem como foco o estudo aprofundado dos **processos bioquímicos e fisiológicos** que regem a digestão, absorção e metabolismo dos nutrientes em ruminantes, além da aplicação de **modelos mecanísticos de nutrição** para predição de desempenho e eficiência alimentar. As aulas combinam uma sólida base teórica abordando temas como **cinética de degradação ruminal, síntese microbiana, metabolismo energético e fracionamento de nutrientes**. Essa disciplina foi particularmente enriquecedora por oferecer uma **visão integrativa da nutrição**, conectando os fundamentos bioquímicos aos aspectos aplicados da formulação de dietas e avaliação de desempenho. Além disso, o curso estimula o raciocínio crítico por meio de **estudos de caso e análises comparativas entre dados experimentais e previsões de modelos**, permitindo compreender como pequenas variações na dieta podem afetar o fluxo de nutrientes e o balanço energético do animal. Outro ponto de destaque é a forma como o ensino é conduzido, com intensa **participação dos alunos, discussão de artigos científicos recentes** e incentivo à **interpretação biológica dos resultados modelados**.

Acompanhar essa disciplina foi uma oportunidade valiosa para aprimorar o entendimento sobre **modelagem nutricional e fisiologia ruminal**, áreas que estão em rápida expansão na pesquisa científica e que têm grande aplicabilidade prática no contexto de confinamentos e sistemas de produção de bovinos no Brasil. O contato com a abordagem norte-americana, que combina ciência de base com modelagem preditiva, reforçou a importância de compreender a nutrição de ruminantes de forma **quantitativa**,

**integrada e orientada por dados**, perspectiva essencial para o avanço da zootecnia de precisão

#### **4.1 Diferença disciplinas EUA e Brasil**

Nos Estados Unidos, consegui perceber que a disciplina Feeds and Feeding é fortemente voltada à aplicação prática. Os alunos aprendem desde cedo a formular dietas, interpretar tabelas nutricionais e utilizar softwares básicos. A abordagem é baseada em resolução de problemas e tomada de decisão com dados reais. Há integração com visitas técnicas e estudos de caso.

Beef Cattle Management é orientada para sistemas comerciais. Os conteúdos são integrados, incluem manejo reprodutivo, estratégias nutricionais, planejamento de pastagens, análise econômica e bem-estar animal. Os alunos são preparados para atuar diretamente na produção com simulações, planilhas do financeiro e discussão de mercado. Além de realizar uma recapitulação das principais regiões produtoras do país e alinhar as decisões aos alunos.

Uma das principais diferenças em relação ao ensino dessa área no Brasil é a **ênfase em aspectos econômicos e logísticos** da nutrição, além do uso de **modelos computacionais e softwares de formulação** aplicados diretamente às condições regionais dos Estados Unidos. Também chamou atenção o enfoque na **utilização de subprodutos agrícolas** (como DDGS, cottonseed hulls e wet corn gluten feed), amplamente disponíveis na indústria americana e usados estrategicamente para reduzir custos sem comprometer o desempenho animal. Essa experiência ampliou minha visão sobre a importância da **eficiência de formulação** e do **uso racional de ingredientes locais** na produção de bovinos confinados.

