



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



ARTHUR PASSARELLI ROQUE

**DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE DE FORMULAÇÃO E AVALIAÇÃO
DE DIETAS PARA BOVINOS DE CORTE**

CAMPO GRANDE, MS

2025

ARTHUR PASSARELLI ROQUE

**DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE DE FORMULAÇÃO E AVALIAÇÃO
DE DIETAS PARA BOVINOS DE CORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Luis Carlos Vinhas Ítavo.
Coorientador: Prof. Dr. Luan Sousa dos Santos.

CAMPO GRANDE, MS

2025

ARTHUR PASSARELLI ROQUE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em 03/07/2025, e aprovado pela Banca

Examinadora:

Prof. Dr. Luis Carlos Vinhas Ítavo

Presidente

Prof. Dr. Luan Sousa dos Santos

Membro da Banca

Prof. Dr. Gumercindo Loriano Franco

Membro da Banca

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus que sempre me deu forças, sabedoria e coragem para continuar diariamente lutando por minhas conquistas.

À minha mãe Rosana Passarelli Roque, que desde o início não mediu esforços para tornar possível a realização da minha formação acadêmica. O seu exemplo me motiva a ser responsável, persistente e resiliente para atingir meus objetivos. Obrigado por todo o apoio, esforço e dedicação que me trouxeram até aqui.

Ao meu saudoso pai Valteir Antônio Roque, agradeço pelos ensinamentos, pelas palavras de apoio nos momentos difíceis e pelo incentivo para que eu continuasse me dedicando aos estudos. Guardo com carinho a lembrança da felicidade em seu rosto ao contar que retornaria à universidade.

Aos meus irmãos Felipe Passarelli Roque, Ana Carolina Passarelli Roque e Maria Clara Passarelli Roque pelo companheirismo e convivência.

À minha namorada, Fernanda Grazielly Gomes de Oliveira que me apoiou nos piores momentos e me deu forças para seguir em frente. Tive a oportunidade de evoluir muito graças ao seu incentivo. Sua dedicação foi e ainda será um exemplo a ser seguido.

Aos meus colegas de graduação e amigos, em especial ao Felipe Willean Calazans Guimarães Lopes, com quem compartilho esta jornada desde o ensino médio. Sua amizade durante estes anos foi fundamental para tornar essa caminhada mais leve.

Aos meus tios Roberto Passarelli, Rogério Passarelli e Ronaldo Passarelli por tornarem possível minhas experiências práticas na fazenda. Desde a infância, seus ensinamentos e conselhos me fizeram mais responsável e dedicado a aprender mais sobre a minha futura profissão.

Aos meus orientadores durante a graduação prof. Dr. Luan Sousa dos Santos e prof. Dr. Luis Carlos Vinhas Ítavo, por todos os ensinamentos e tempo dispendido ao meu aprendizado, levarei sempre comigo a valiosa bagagem de conhecimentos absorvidos durante as aulas e as conversas particulares, que foram fundamentais para meu crescimento acadêmico e pessoal.

A todos os professores do curso de Zootecnia da UFMS que em meio a muitas opções, escolheram a importante missão de transmitir seus conhecimentos entre as gerações de acadêmicos, tornando possível a formação de novos Zootecnistas.

À UFMS pela estrutura e pelas oportunidades oferecidas ao longo da minha formação, que foram fundamentais para o meu desenvolvimento.

RESUMO

A bovinocultura de corte no Brasil vem se aprimorando, tendo em vista o crescimento no número de animais, paralelo à diminuição nas áreas de pastagens e aumento na produção de carne. No entanto muitos produtores ainda enfrentam desafios relacionados a adoção de tecnologias, especialmente em pequenas propriedades, considerando redução de custos e melhora no desempenho dos animais. Diante desse contexto, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver um software para formulação e avaliação de dietas voltadas à bovinocultura de corte, que seja capaz de estimar as exigências nutricionais dos animais com base em informações como peso vivo, ganho médio diário, diferenças entre sexos e grupos genéticos. O software foi desenvolvido através de planilha do excel utilizando a ferramenta solver. Foi utilizado as equações do BR-Corte para estimar o consumo e as exigências nutricionais dos animais. Sendo assim, conclui-se que foi possível desenvolver um software de formulação e avaliação de dietas capaz de estimar as exigências nutricionais de bovinos e contribuir para o melhor desempenho zootécnico e econômico para as propriedades.

Palavras Chave: Alimentação de precisão, Nutrição animal, Sustentabilidade, Zootecnia de precisão.

ABSTRACT

Beef cattle farming in Brazil has been improving, considering the growth in the number of animals, alongside the reduction of pasture areas and an increase in meat production. However, many producers still face challenges related to the lack of technology, especially in small farms, when aiming to reduce costs and improve animal performance. In this context, the present work aims to develop software for the formulation and evaluation of diets for beef cattle, capable of estimating the animals' nutritional requirements based on information such as live weight, average daily gain, sex differences, and genetic group. The software was developed using an Excel spreadsheet with the Solver tool. The BR-Corte equations were used to estimate feed intake and the animals' nutritional requirements. Therefore, it is concluded that it was possible to develop diet formulation and evaluation software capable of estimating the nutritional requirements of different animal categories and promoting better technical and economic performance for farms.

Keywords: Animal nutrition, Precision feeding, Precision livestock farming, Sustainability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Ilustração das configurações do perfil dos animais e sistema de alimentação.	29
Figura 2. Matriz nutricional e formulário para adicionar ingredientes.	31
Figura 3. Matriz para seleção dos ingredientes para formulação.	32
Figura 4. Inserção da composição do pasto e dos níveis de garantia do núcleo.	33
Figura 5. Formulação da dieta, sistema de alimentação e informações de preço.	34
Figura 6. Exigências nutricionais e composição da ração formulada.	35
Figura 7. Composição do pasto e da ração.	36
Figura 8. Consumo de nutrientes, níveis tóxicos e atendimento das exigências nutricionais.	37
Figura 9. Consumo de ração em MS e MN por dia.	37
Figura 10. Relatório de batida da ração.	38
Figura 11. Informações de peso, preço de compra e venda dos animais e dias de tratamento.	38
Figura 12. Informações de custos e lucro.	39
Figura 13. Compra de ingredientes.	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Equações propostas pelo BR-CORTE (2023) para prever o PCVZ a partir do PCJ de bovinos confinados.....	17
Tabela 2. Peso do corpo vazio à maturidade para diferentes grupos genéticos/classes sexuais de bovinos de corte estimados a partir da relação entre conteúdo de gordura corporal e peso do corpo vazio dos animais.	17
Tabela 3. Equações da eficiência de utilização da energia metabolizável de manutenção dos diferentes grupos genéticos e sistemas de alimentação.	19

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1	Consumo de matéria seca	9
2.2	Fatores que afetam o consumo de matéria seca de bovinos de corte	9
2.2.1	Peso corporal e composição corporal.....	9
2.2.2	Fatores relacionados a dieta	9
2.2.3	Fatores neuro-hormonais	10
2.3	Suplementação	12
2.3.1	Suplementação na seca	12
2.3.2	Suplementação nas águas.....	13
2.4	Confinamento	13
2.5	Métodos de formulação de dieta	14
3	DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE.....	16
3.1	Ajustes no peso corporal de bovinos	16
3.1.1	Peso do corpo em jejum (PCJ)	16
3.1.1.1	Peso do corpo vazio (PCVZ)	16
3.1.1.2	Ganho de peso do corpo vazio (GPCVZ).....	18
3.1.2	Predição do consumo de matéria seca	18
3.2	Cálculo das exigências nutricionais.....	19
3.2.1	Estimativa de exigência de energia	19
3.2.2	Estimativa de exigência de proteína	21
3.2.3	Estimativa de exigência de minerais	23
3.2.3.1	Cálcio.....	23
3.2.3.2	Fósforo	23
3.2.3.3	Magnésio	24

3.2.3.4	Sódio.....	25
3.2.3.5	Potássio.....	25
3.2.3.6	Enxofre	26
3.2.3.7	Cobre	26
3.2.3.8	Cobalto	27
3.2.3.9	Iodo.....	27
3.2.3.10	Manganês	27
3.2.3.11	Selênio	28
3.2.3.12	Zinco	28
3.3	Desenvolvimento no Excel.....	29
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

1 INTRODUÇÃO

A bovinocultura de corte no Brasil vem se aprimorando, tendo em vista o crescimento no número de animais nos últimos 20 anos, passando de 170,38 milhões para 197 milhões de cabeças e, simultaneamente, a redução na área de pastagem de 182 milhões para 161,45 milhões de hectares, ainda, cerca de 60% das áreas de pastagens no Brasil apresentam algum nível de degradação. Em decorrência disso, o Brasil apresenta baixa capacidade de suporte destas áreas, com uma taxa de lotação média de 0,93 unidade animal (UA) por hectare de pastagem (ABIEC, 2024; BOLFE et al., 2024).

Neste sentido, nota-se que a criação de bovinos a pasto, apesar de ser o sistema mais utilizado no Brasil, ainda possui o potencial para aumentar a produção de carne de forma sustentável, por meio do melhor planejamento no uso das áreas de pastagens, uso de tecnologias e do fornecimento de dietas ajustadas aos objetivos, que permitam aumentar o ganho de peso diário, reduzir a idade de abate e aumentar a capacidade de suporte das pastagens (PEREIRA et al., 2024).

Outra estratégia para aumentar a eficiência no uso da terra, é a terminação desses animais em confinamento. Esse sistema promove o maior ganho de peso em menor tempo, bem como o melhor acabamento de carcaça, além de favorecer a praticidade para os pecuaristas na administração de custos, manejo animal e sanitário, assegurando melhor retorno econômico, oportunizando melhor aproveitamento do tempo e produzindo carne o ano todo (MAZARIN & MENEGUELLI, 2025). No entanto, a dieta a ser fornecida em confinamento torna-se um ponto crucial, pois influenciam o desempenho animal e os custos de produção, representando uma parcela significativa das despesas operacionais (ARCANJO et al., 2022; SANTOS et al., 2022).

Apesar dos avanços observados na pecuária de corte brasileira, muitos produtores ainda enfrentam desafios relacionados a baixa adoção de tecnologias, especialmente em pequenas propriedades (PEREIRA et al., 2024), uma vez que a dieta pode representar cerca de 70% dos custos produção.

Sendo assim, uma alternativa viável para reduzir os custos e melhorar o desempenho dos animais é o desenvolvimento de uma ferramenta de formulação nutricional, visando auxiliar os técnicos e produtores na tomada de decisões nutricionais de forma prática e eficiente, independentemente do nível de tecnologia da propriedade e do sistema de produção adotado.

Diante desse contexto, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver um software para formulação e avaliação de dietas voltadas à bovinocultura de corte, que seja capaz de

estimar as exigências nutricionais dos animais com base em informações como peso vivo, ganho médio diário, diferentes sexos e grupos genéticos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Consumo de matéria seca

O consumo de matéria seca (CMS) é a principal variável que afeta o desempenho animal, pois influencia na entrada de nutrientes, principalmente, carboidratos, proteínas e lipídeos, que por meio da digestão e absorção, fornecem energia necessária para o atendimento das exigências de manutenção e produção (SUAREZ, 2014). Segundo Mertens (1994) a variação no consumo responde por 60 a 90% do desempenho, sendo apenas 10 a 40% devido às variações na digestibilidade do alimento. Diante disso, torna-se necessário compreender como os ruminantes regulam o consumo e os fatores que afetam o mesmo afim de maximizar os ganhos dos animais.

2.2 Fatores que afetam o consumo de matéria seca de bovinos de corte

2.2.1 Peso corporal e composição corporal

Os animais em crescimento possuem a regulação do CMS principalmente ligado ao peso corporal adulto, com isso, os biotipos de raças grandes consomem mais por unidade de peso devido ao tamanho do trato gastrointestinal (DI MARCO, 1993).

Por outro lado, conforme o avanço na maturidade e o aumento no peso corporal, ocorre mudanças na composição dos tecidos e no metabolismo dos animais, elevando a proporção de gordura em relação ao músculo (AFRC, 1993). No entanto, ao passo que aumenta a proporção de gordura, diminui o consumo de matéria seca (FOX, 1988). Isso ocorre pois o tecido adiposo aumenta a produção de leptina, estimulando os neurotransmissores anorexígeno, levando sinais de saciedade ao cérebro (BELL et al., 2005).

2.2.2 Fatores relacionados a dieta

A qualidade da dieta está diretamente relacionada com o consumo voluntário, uma vez que a ingestão de MS pode ser limitada pelo enchimento do rúmen-retículo. Neste sentido, a fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) é considerada a principal fração da dieta responsável por este efeito, em virtude da sua lenta e incompleta digestão no TGI (ALLEN, 1996). O consumo máximo de FDN pelos ruminantes é de 1,2% do peso vivo (MERTENS,

1992). No entanto, animais criados em pastos de *Brachiaria* no período seco, são capazes de ingerir cerca de 1,8% do peso vivo em FDN (SILVA et al., 2009).

A digestibilidade baixa da dieta afeta negativamente o consumo, em razão da diminuição da taxa de passagem do rúmen-retículo, ocasionando o efeito de enchimento físico (NRC, 1987). Por outro lado, o consumo de dietas com alta digestibilidade e baixo teor de FDN passa a ser regulado pelo atendimento da exigência e energia do animal (CONRAD et al., 1964).

O teor de proteína da dieta também tem relação direta com o CMS. O baixo teor de proteína na alimentação pode comprometer a fermentação microbiana no rúmen, reduzindo a digestibilidade dos nutrientes e, conseqüentemente, o consumo de matéria seca (FORBES, 1995). Por outro lado, dietas com maior concentração de proteína tendem a conter menos amido, resultando em menor produção de propionato, o que pode estimular o consumo (ALLEN, 2000). No entanto, a elevação contínua dos teores de proteína na dieta pode levar a uma redução no CMS, mostrando que esse efeito positivo possui um limite (ROFFLER et al., 1986).

2.2.3 Fatores neuro-hormonais

O Sistema Nervoso Central (SNC) é responsável pelo controle da ingestão de matéria seca (MS) e pelo gasto energético. Sendo assim, o núcleo do trato solitário (NTS), localizado no tronco cerebral, é responsável pela coleta das informações neurais vindos do trato gastrointestinal (TGI), direcionando-as para o núcleo arqueado (ARC) e núcleo paraventricular (PVN) no hipotálamo, assim, interferindo nas sensações de fome e saciedade, respectivamente. (KONTUREK et al., 2005; DE FIGUEIRODO et al., 2021).

O ARC é formado pelo Neuropeptídeo Y (NPY), e pela Proteína Relacionada ao Agouti (AgRP), que possuem efeito orexigênico, promovendo o consumo de alimento. Já o PVN é formado pela Pró-ópio-Melanocortina (POMC), precursora do hormônio estimulante de α -melanócito (α -MSH) e o Transcrito Relacionado Anfetamina e Cocaína (CART) que possuem funções anorexígena, aumentando a saciedade. Estes dois circuitos de neurônios recebem sinais de hormônios circulantes via corrente sanguínea e através do NTS produzidos a partir de respostas fisiológicas relacionadas ao consumo de matéria seca (MINER, 1992; SCHWARTZ, 2000).

A produção de NPY e AgRP é inibida pelo aumento da insulina secretada pelas células β pancreáticas. A insulina tem a função de transformar a glicose circulante em glicogênio e o excesso de carboidratos em gorduras armazenadas pelo tecido adiposo, além de participar do

transporte de muitos aminoácidos para o interior das células. Portanto, ela exerce uma função primordial para a homeostase energética (GIL-CAMPOS et al., 2004). Além disso, o ARC e o PVN possuem receptores específicos e a circulação da insulina na corrente sanguínea tem fortes influências na redução do comportamento alimentar dos animais (GIL-CAMPOS et al., 2004).

Da mesma forma, a Leptina, hormônio produzido no tecido adiposo em quantidades proporcionais à reserva de adipócitos no corpo, proporciona a diminuição dos neuropeptídeos orexigênicos (NPY e AgRP) a longo prazo, através do receptor de leptina (LEPR) no núcleo arqueado, em uma tentativa de manutenção nos níveis de gordura corporal (BELL et al., 2005; KIM et al., 2000). Ressaltando-se que a secreção de leptina aumenta, devido ao excesso de energia na alimentação ou gordura corporal.

Ademais, os peptídeos YY (PYY), secretados pelas células L no trato gastrointestinal distal após a alimentação, principalmente por alimentos com níveis maiores de lipídeos, responsáveis por regular a motilidade intestinal, aumenta as atividades dos neurônios anorexígenos POMC e CART no núcleo arqueado (ADRIAN et al., 1985; BATTERHAM et al., 2002; KONTUREK et al., 2004).

A grelina, hormônio produzido no estômago e no duodeno em situações de jejum prolongado ou hipoglicemia, promove a produção de NPY e AgRP, diminuindo a saciedade e o gasto calórico e, antagonicamente, inibe os neurônios da POMC a partir da liberação pré-sináptica do ácido gama-aminobutírico (GABA), neste caso, a grelina está diretamente relacionada à regulação do balanço energético a curto prazo (BELL et al., 2005; DATE et al., 2000; LEIDY et al., 2004).

Por outro lado, a colecistocinina (CCK), peptídeo intestinal, promove a saciedade a curto prazo em resposta à distensão gástrica através da estimulação do nervo vago, levando sinais ao hipotálamo e inibindo a ação dos neuropeptídeos orexígenos (NPY e AgRP). Entretanto, a intensidade da resposta depende do conteúdo calórico dos alimentos e dos níveis de glicose circulante (KONTUREK et al., 2004; RAYNER et al., 2000; WYNNE et al., 2004). No entanto, em ruminantes o tempo entre o consumo e a chegada dos alimentos ao duodeno, local onde é produzida a CCK é maior. Desta forma, este peptídeo tem menor importância em ruminantes do que em animais que apresentam estômago simples (DE FIGUEIRODO et al., 2021). Porém, Choi e Palmquist (1996) observaram aumento das concentrações plasmáticas de CCK em vacas 3 horas após a alimentação, indicando que apesar disso, a colecistocinina também é capaz de influenciar em algumas funções no controle do consumo de alimentos em ruminantes.

Sendo assim, todos estes moduladores estão agindo de forma coordenada, causando alterações no hipotálamo de acordo com as respostas fisiológicas de cada hormônio liberado na

corrente sanguínea, com o objetivo de alcançar a homeostase energética através do estímulo de começar ou não um novo ciclo de alimentação.

2.3 Suplementação

A produção de carne bovina no Brasil caracteriza-se em sua maioria pela produção a pasto (ABIEC, 2024). Com isso, as variações climáticas na região tropical influenciam diretamente na produção de carne pelas alterações fisiológicas das forragens ao longo do ano e consequentemente na qualidade do pasto (SILVA et al., 2015). Tendo em vista esta situação, a suplementação animal deve ser ajustada para complementar as necessidades nutricionais dos animais nas diferentes estações do ano.

2.3.1 Suplementação na seca

Na estação seca do ano a qualidade do pasto é afetada, diminuindo o teor de nutrientes digestíveis, principalmente os níveis de proteína e aumentando a concentração de fibra na matéria seca (BORBA, 2024).

Porém, para que o processo de fermentação ocorra de forma eficiente, os microrganismos precisam de, no mínimo, 8 mg/dL de nitrogênio amoniacal ruminal para crescerem de maneira adequada e com isso promoverem uma maior degradação e potencializar o consumo de fibra pelo animal (DETMANN et al. 2009). Ou seja, como as forrageiras apresentam valores abaixo disso durante a seca, é necessário a utilização de suplementação para adequar os níveis de nitrogênio deficientes nas dietas dos animais.

Nesse sentido, as bactérias que fermentam carboidratos estruturais utilizam amônia como principal fonte de nitrogênio para a fermentação (PEREIRA et al., 2005). Com isso, a ureia, fontes de nitrogênio não proteico (NNP) mais utilizada no Brasil, pode ser ofertada na dosagem de até 40g para cada 100kg de peso vivo, para aumentar a eficiência na fermentação da fibra no rúmen durante o período seco (PEREIRA et al., 2005).

Para que haja máxima síntese microbiana, além do nitrogênio, os microrganismos dependem da disponibilidade de energia (PEREIRA et al., 2005). Desta forma, é necessário haver o sincronismo da disponibilidade de nutrientes no rúmen para haver fermentação (ALENCAR, 2019). Havendo falta de carboidratos, os aminoácidos da dieta são usados como fonte de energia, ocorrendo acúmulo de amônia, portanto, a adição de amido na dieta promove

a síntese de proteína microbiana e poupa os aminoácidos dietéticos da desaminação (NOCEK & RUSSELL, 1988).

A suplementação no período de seca é normalmente realizada com a utilização de suplementos minerais de autoconsumo com inclusão de ureia. Entretanto, é importante que haja oferta de pasto para o consumo dos animais, uma vez que a suplementação aumenta a eficiência de degradação da fibra. Em casos de falta de pasto, o risco de distúrbios metabólicos aumenta, principalmente influenciado pelo elevado consumo de suplemento.

2.3.2 Suplementação nas águas

No período das águas, as condições climáticas são favoráveis para o desenvolvimento das gramíneas tropicais, tornando-as plantas com melhor digestibilidade para os bovinos e elevado teor de proteína bruta quando comparadas com a estação seca (REIS et al., 2020).

Apesar disso, nem sempre as forragens tropicais nesta estação atendem as exigências de manutenção e ganho dos animais, tendo em vista que a composição química da planta pode sofrer alterações de acordo com a adubação, disponibilidade de água e manejo (MALAFAIA et al., 2003).

No entanto, a maior disponibilidade de proteína na forragem na época da chuva aumenta as taxas de compostos nitrogenados no rúmen (COSTA et al., 2011). Sendo assim, a suplementação proteica nesta época não apresenta melhorias no desempenho em baixa lotação com alta oferta de forragem (SOUZA et al., 2012). Dessa forma, nota-se que a concentração de proteína da dieta nas águas não é um fator limitante para o desempenho animal (REIS et al., 2009).

Com isso, o uso da suplementação energética aumenta a eficiência de utilização da amônia no rúmen (RENESTO et al., 2021). Sendo assim, permite aumento na taxa de lotação, elevado ganho por área e maximização o uso do recurso forrageiro, através dos efeitos interativos entre o consumo de suplemento e forragem (DETMANN et al., 2014).

2.4 Confinamento

Apenas 16,58% dos bovinos abatidos no Brasil, são criados em confinamento (ABIEC, 2024), no entanto, este sistema é uma estratégia interessante para elevar o ganho individual dos animais e ainda aumentar o ganho por área na propriedade. Portanto, é necessário um

alinhamento adequado na dieta e do manejo alimentar para evitar alterações metabólicas indesejadas nos animais.

Sendo assim, durante o crescimento do animal, ocorre alterações na composição do ganho, de forma que quanto maior o peso, menor o ganho de músculo e maior o ganho de gordura, tornando exigência energética mais elevada conforme o aumento no peso dos animais (TOELLE, et al., 1986).

Diante disso, MERTENS (2002) recomendou a utilização mínima de 15% de fibra fisicamente efetiva na MS para estimular a ruminação e a motilidade ruminal de bovinos confinados, possibilitando a manutenção do pH na faixa adequada para a fermentação microbiana.

Ademais, no início do confinamento é fundamental adaptar os animais à nova dieta e à frequência de trato para evitar distúrbios metabólicos como acidose, diarreias, timpanismo e laminite (CHENG et al., 1998).

As dietas utilizadas nos confinamentos brasileiros têm sofrido mudanças com aumento na proporção de concentrado na sua composição. Dietas típicas de terminação utilizadas no Brasil, com relação volumoso:concentrado próximo a 40:60, começaram a dar lugar às dietas com elevada proporção de concentrado ou, em algumas situações, sem a utilização de volumoso. De acordo com Silvestre e Millen (2021), estas dietas, em grande maioria, possuem atualmente nível de inclusão de concentrado de 81 a 90%.

2.5 Métodos de formulação de dieta

A formulação de dietas é um processo que utiliza técnicas matemáticas para determinar a combinação ideal de ingredientes, de modo que, quando consumidos nas proporções recomendadas, atendam de forma precisa às exigências nutricionais dos animais em distintas fases de desenvolvimento ou produção (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2016). Este processo é basicamente dividido em: 1) estimativa das exigências nutricionais do animal; 2) cálculo de nutrientes contidos nos alimentos e 3) modelagem do problema para obter uma otimização.

Sendo assim, há várias formas de calcular a mistura da ração, desde tentativa e erro, até softwares desenvolvidos especialmente para este objetivo.

Dessa forma, o primeiro passo para os cálculos das exigências nutricionais dos animais, as equações de predição levam em consideração alguns fatores, como: peso corporal, fase de produção (cria, recria ou engorda), sexo, raça e se os animais são castrados ou não.

Posteriormente da identificação da exigência, o próximo passo para a formulação é a escolha dos ingredientes que serão utilizados na dieta. Para isso, é importante conhecer os agrupamentos dos nutrientes dentro dos alimentos conforme sua constituição, propriedades e funções (BERCHIELLI et al., 2011). São eles, água e matéria seca (MS), a MS, por sua vez é dividida entre matéria orgânica (MO), que são os carboidratos, proteínas, lipídeos, fibra, vitamina e, a matéria mineral (MM), que é constituída pelos macros e micros minerais dos alimentos.

Além disso, os alimentos podem ser classificados como volumoso (mais de 18% de fibra) e concentrado (igual ou menos de 18% de fibra), os concentrados, por sua vez, podem ser divididos em energéticos (apresentam menos de 20% de proteína bruta) e proteicos (concentração igual ou maior de 20% de proteína bruta).

De forma geral, a mistura de ingredientes para a ração só é possível ser feita misturando tanto alimentos com maior nível de nutriente (proteína ou energia), quanto alimentos com menor nível de nutriente que a exigência do animal, de modo que a mistura dos alimentos na quantidade correta, alcance sua exigência.

Sendo assim, para o cálculo de dietas com inclusão de poucos ingredientes, pode ser utilizado o método algébrico, que consiste em resolver um sistema de equações, sendo as incógnitas os ingredientes que serão utilizados nas rações ou o método do quadrado de Pearson, que consiste em calcular a ração levando em consideração o valor percentual de determinado nutriente.

Por outro lado, dietas com a inclusão de grande número de alimentos, aditivos, com a possibilidade de formular a ração levando em consideração o custo mínimo ou o lucro máximo da operação, deve ser executada por softwares programados especialmente para esta finalidade.

Na utilização de software visando formulação de dietas com custo mínimo são necessárias as informações: preço dos alimentos, alimentos disponíveis, composição dos alimentos, exigências nutricionais dos animais e restrição ou limitações dos alimentos e nutrientes. As restrições são escritas como limites inferiores e superiores das necessidades nutricionais do animal, como por exemplo, proteína bruta, extrato etéreo, FDN, entre outros.

Diante disso, é capaz de calcular rapidamente todas as alternativas possíveis com base nas equações previamente estabelecidas, as quais representam as restrições nutricionais a serem atendidas. Esse processo fornece ao nutricionista a solução que apresenta o menor custo possível para a formulação da dieta.

Contudo, é importante destacar que o computador apenas executa os cálculos matemáticos. Cabe ao nutricionista a responsabilidade de inserir e manter atualizadas as

informações relativas aos preços dos ingredientes, à composição química dos alimentos, às exigências nutricionais dos animais e às restrições impostas ao modelo, garantindo, assim, a precisão e a viabilidade da solução obtida.

3 DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE

3.1 Ajustes no peso corporal de bovinos

3.1.1 Peso do corpo em jejum (PCJ)

A medida mais simples utilizada para encontrar a massa dos animais é o peso corporal (PC), coletada em condições normais de alimentação durante qualquer período do dia. Porém, apesar de mudanças que representam valores menores que 5%, é recomendado a obtenção do peso corporal após jejum de sólidos de 12 a 16h. Pois, este representa a primeira conexão entre valores observados em experimentos e valores coletados em campo (VALADARES FILHO et al., 2023).

Com isso, através de banco de dados do BR-Corte (VALADARES FILHO et al., 2023), em que foram coletados o PC e PCJ em animais criados em confinamento, foi possível chegar a duas equações de predição não lineares que melhor determinam o PCJ, sendo diferentes para cada grupo genético (zebuíno e cruzado de leite).

$$\text{Eq1. Zebuínos: } \text{PCJ} = 0,8800 \times \text{PC}^{1,0175};$$

$$\text{Eq2. Cruzados: } \text{PCJ} = 0,9664 \times \text{PC}^{1,0017}$$

Em que, PCJ = peso corporal em jejum e PC = peso corporal.

3.1.1.1 Peso do corpo vazio (PCVZ)

O PCVZ é a medida mais utilizada para cálculos de exigências nutricionais dos animais, por representar a verdadeiro massa corporal, desconsiderando todo o conteúdo do TGI. Sendo assim, foi determinada equações que relacionam o PCVZ com o PCJ dos animais em diferentes classes de efeitos fixos (sistema de alimentação, sexo e grupo genético). No entanto, animais criados em sistema de pastejo não há efeito de grupo genético e classes sexuais, sendo:

$$\text{PCVZ} = 0,8507 \times \text{PCJ}^{1,0002}$$

Em que: PCVZ = peso de corpo vazio e PCJ = peso corporal em jejum.

Por outro lado, os animais criados em confinamento possuem efeito significativo da interação entre classe sexual e grupo genético, sendo assim, foram determinadas equações diferentes para machos não castrado, machos castrados e fêmeas e entre Zebuínos e Cruzados de corte.

Tabela 1. Equações propostas pelo BR-CORTE (2023) para prever o PCVZ a partir do PCJ de bovinos confinados.

Grupo Genético	Classe Sexual	Equação
Zebuínos	Machos não castrados	$PCVZ = 0,8126 \times PCJ^{1,0134}$
	Machos castrados	$PCVZ = 0,6241 \times PCJ^{1,0608}$
	Fêmeas	$PCVZ = 0,6110 \times PCJ^{1,0667}$
Cruzado de Corte	Machos não castrados	$PCVZ = 0,7248 \times PCJ^{1,0314}$
	Machos castrados	$PCVZ = 0,6586 \times PCJ^{1,0499}$
	Fêmeas	$PCVZ = 0,6314 \times PCJ^{1,0602}$

PCVZ= Peso do corpo vazio, PCJ= Peso do corpo em jejum.

Além disso, para os cálculos de exigências de ganho, é importante a estimativa do PCVZ_{eq} (peso do corpo vazio equivalente), que faz uma correção do peso à maturidade de animal, levando em consideração diferentes tamanhos corporais, o que gera um valor de equivalência para todos os animais. Para isso, é necessário estimar o PCVZ_{mat} (peso do corpo vazio à maturidade), como uma forma de inferir sobre a composição do ganho, tendo em vista que quanto mais próximo deste peso, maior será a tendência do animal depositar maiores teores de gordura em relação a proteína no PCVZ. Segundo REID et al. (1955), o peso à maturidade seria atingido quando a concentração de proteína bruta na matéria seca livre de gordura dos animais se tornasse constante, ou seja, toda deposição de tecido a partir daí seria na forma de gordura. Este valor sofre influência de grupos genéticos e classes sexuais, segundo o NRC (2000), o teor de gordura corporal de animais Zebuínos que definiria o peso à maturidade seria de 25% da composição corporal. Na tabela 2 é apresentado o PCVZ_{mat} dos animais em relação à classe sexual e grupo genético.

Tabela 2. Peso do corpo vazio à maturidade para diferentes grupos genéticos/classes sexuais de bovinos de corte estimados a partir da relação entre conteúdo de gordura corporal e peso do corpo vazio dos animais.

Grupo Genético	Classe Sexual	PCVZ _{mat} , kg
Zebuínos	Machos não castrados	517
	Machos castrados	433
	Fêmeas	402
Cruzado de Corte	Machos não castrados	560
	Machos castrados	482

	Fêmeas	417
--	--------	-----

PCVZ_{mat} = Peso do corpo vazio à maturidade.

Porém, além disso, é necessário a estimativa do peso do corpo vazio referência (PCVZ_{ref}), que é o peso em que todos os animais estariam em um mesmo ponto de maturidade, para isto foi adotado o PCVZ_{mat} de machos não castrado como referência.

Assim pode ser calculado o PCVZ_{eq} a partir do modelo a seguir:

$$\text{PCVZ}_{\text{eq}} = \text{PCVZ} / \text{PCVZ}_{\text{mat}} \times 517$$

Em que, PCVZ_{eq} = peso do corpo vazio equivalente, PCVZ = peso do corpo vazio e PCVZ_{mat} = peso do corpo vazio à maturidade.

3.1.1.2 Ganho de peso do corpo vazio (GPCVZ)

A estimativa do GPCVZ é feita em relação ao GMD por uma única equação, independente do grupo genético, sexo ou sistema de alimentação, conforme a equação não linear:

$$\text{GPCVZ} = 0,9639 \times \text{GMD}^{1,0151}$$

Em que GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio e GMD = ganho médio diário.

3.1.2 Predição do consumo de matéria seca

$$\text{Zebuínos CMS (kg/dia)} = -2,1948 + 0,08338 \times \text{PC}^{0,75} + 3,9328 \times \text{GMD} - 0,9030 \times \text{GMD}^2;$$

$$\text{Cruzado de corte CMS (kg/dia)} = -0,6273 + 0,06453 \times \text{PC}^{0,75} + 3,871 \times \text{GMD} - 0,614 \times \text{GMD}^2$$

Em que CMS = consumo de matéria seca e GMD = ganho médio diário.

As equações propostas sugerem que o CMS aumente conforme os dias de confinamento devido ao aumento de peso dos animais. Porém, o coeficiente negativo para a variável GMD² indica que a estimativa para o CMS apresenta um platô, devido a alta concentração energética da dieta, inibindo o CMS, como sugere a teoria de regulação de consumo pela energia, proposta por MERTENS (1994).

3.2 Cálculo das exigências nutricionais

3.2.1 Estimativa de exigência de energia

Para os cálculos de exigência de energia, primeiramente é necessário realizar a estimativa de energia líquida de manutenção (ELm), que está correlacionada com o atendimento de funções basais, como a manutenção da homeotermia, circulação, respiração, manutenção de sistemas enzimáticos e síntese de tecidos; e o atendimento de atividades voluntárias, como ruminar e caminhar. Sendo assim, a exigência de ELm não sofre influência de grupo genético, classe sexual e forma de alimentação, desta maneira, a equação utilizada foi a seguinte:

$$ELm = 0,075 \times PCVZ^{0,75}$$

Em que, Elm= energia líquida de manutenção e PCVZ = peso do corpo vazio.

Porém, estes valores de ELm não permite aplicação prática na formulação de dietas, uma vez que os animais de produção não se encontram em estado de jejum. Neste sentido, é importante o cálculo da EMm (energia metabolizável para manutenção), que é o ponto em que todo o consumo de energia metabolizável é utilizado para produção de calor. Para obtenção deste valor, é necessário conhecer a eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção (*km*), que sofre influência do sistema de alimentação e grupo genético dos animais, portanto, é calculada segunda as equações da tabela 3.

Tabela 3. Equações da eficiência de utilização da energia metabolizável de manutenção dos diferentes grupos genéticos e sistemas de alimentação.

Grupo Genético	Sistema de Alimentação	Equação da <i>km</i>
Zebuínos	Pasto	$(0,513 + (0,173 \times kg) + (0,1 \times GPCVZ)) \times 0,92$
	Confinamento	$(0,513 + (0,173 \times kg) + (0,1 \times GPCVZ))$
Cruzado de Corte	Pasto	$(0,513 + (0,173 \times kg) + (0,1 \times GPCVZ)) \times 0,92$
	Confinamento	$(0,513 + (0,173 \times kg) + (0,073 \times GPCVZ))$

km = eficiência de uso da energia metabolizável para manutenção, *kg* = eficiência de uso da energia metabolizável para ganho de peso e GPCVZ = ganho de peso do corpo vazio.

Desta forma, possibilitando o cálculo da EMm através da equação:

$$EMm = ELm / km$$

Em que EMm = energia metabolizável para manutenção, ELm = energia líquida para manutenção e km = eficiência de uso da energia metabolizável para manutenção.

A exigência de energia líquida para ganho (ELg) pode ser entendida como toda energia retida no peso do corpo vazio do animal na forma de proteína ou gordura e sofre influência do sistema de criação, sendo as seguintes equações:

$$ELg (\text{Pasto}) = 0,052 \times PCVZeq^{0,75} \times GPCVZ^{1,062}$$

$$Elg (\text{Confinamento}) = 0,061 \times PCVZeq^{0,75} \times GPCVZ^{1,035}$$

Em que ELg = energia líquida de ganho, $PCVZeq$ = peso do corpo vazio equivalente e $GPCVZ$ = ganho de peso do corpo vazio.

Porém, da mesma forma que a ELm , a ELg não permite aplicações práticas para os cálculos de exigência dos animais, necessitando ser convertida para a exigência de EMg (energia metabolizável para ganho de peso). Para isto, é preciso conhecer a kg (eficiência de uso da energia metabolizável para ganho de peso). Segundo MARCONDES et al. (2013), a kg é melhor estimada a partir da relação direta com a energia retida na forma de proteína ($ERprot$). Esta foi a melhor variável para explicar a kg , pois possibilita correlacionar a eficiência de ganho com a composição do ganho dos animais. Sendo assim, as equações para o cálculo da kg são as seguintes:

$$ERprot = 1,14 \times (ELg / GPCVZ)^{-1,137}$$

$$kg = 0,327 / (0,539 + ERprot)$$

Sendo assim, possibilitando o cálculo da EMg por meio da seguinte equação:

$$EMg = Elg / kg$$

Em que EMg = energia metabolizável para ganho, Elg = energia líquida para ganho e kg = eficiência de uso da energia metabolizável para ganho de peso.

Desta forma, é possível calcular a exigência de nutrientes digestíveis totais (NDT) através das seguintes equações:

$$EMtotal = EMm + EMg$$

Em que EM_{total} = energia metabolizável total, EM_m = energia metabolizável para manutenção e EM_g = energia metabolizável para ganho.

$$ED = (((EM_{total} / CMS) + 0,3032) / 0,9455) \times CMS$$

Em que ED = energia digestível, EM_{total} = energia metabolizável total e CMS = consumo de matéria seca.

$$NDT = ED / 4,4$$

Em que NDT = nutrientes digestíveis totais e ED = energia digestível.

3.2.2 Estimativa de exigência de proteína

Para a estimativa de exigência de proteína, é necessário conhecer a exigência para a manutenção dos animais, que é igual as perdas endógenas de nitrogênio pelas fezes, urina e descamação (NRC, 2000). A equação proposta pelo BR-CORTE, 2023 para o cálculo de proteína metabolizável para manutenção (PM_m) sofre efeito de sistemas de alimentação, portanto as equações para pasto e confinamento utilizadas foram as seguintes, respectivamente:

$$PM_m (\text{Pasto}) = 3,9 \times PCJ^{0,75}$$

$$PM_m (\text{Confinamento}) = 3,6 \times PCJ^{0,75}$$

Em que PM_m = Proteína metabolizável para manutenção e PCJ = Peso do corpo em jejum.

Para o cálculo da proteína líquida para ganho (PL_g) é fundamental conhecer a composição corporal dos animais e as estimativas de variações na composição do ganho. A maioria dos estudos indicam menores exigências de proteína líquida quanto maior o peso corporal dos animais. Portanto, para maior acurácia na predição da PL_g , a equação utiliza o $PCVZ_{eq}$ como variável preditiva, permitindo realizar o cálculo independentemente de gênero e grupo genético.

$$PL_g = 176,01 \times GPCVZ - 0,381 \times PCVZ_{eq}^{0,75} \times GPCVZ^{1,035}$$

Em que PL_g = exigências líquidas de proteína para ganho, $GPCVZ$ = ganho de peso de corpo vazio e $PCVZ_{eq}$ = peso de corpo vazio equivalente.

Para que as exigências de PL_g sejam convertidas em proteína metabolizável (PM) é necessário estimar a eficiência de utilização da PM para ganho (k). Sendo assim, à medida que

o animal cresce, a k diminui, até o PCJ igual a 340kg. Dessa forma, para animais com PCJ > 340kg, foi utilizado o valor fixo da k de 47,4%. Já para animais com PCJ < 340kg, foi utilizado uma equação que leva em consideração o PCVZeq para estimativa da k , sendo ela:

$$k = 84,665 - 0,1179 \times \text{PCVZeq}$$

Em que k = eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho e PCVZeq = peso de corpo vazio equivalente.

Dessa forma, a exigência de proteína metabolizável para ganho (PMg) foi calculada da seguinte forma:

$$\text{PMg} = \text{PLg} / k$$

Em que PMg = exigência de proteína metabolizável para ganho, PLg = exigência de proteína líquida para ganho e k = eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho.

E a exigência de proteína metabolizável total (PMtotal) foi obtida pela soma da PMm e PMg.

A proteína microbiana (PBmic) foi calculada segundo o NRC, 2000, sendo 13% da exigência de NDT. No entanto, a exigência de proteína degradável no rúmen (PDR) se iguala à PBmic. Enquanto as exigências de proteína não degradável no rúmen (PNDR) foram obtidas a partir da equação:

$$\text{PNDR} = [\text{PMtotal} - (\text{PBmic} \times 0,64)] / 0,8.$$

Em que PNDR = proteína não degradável no rúmen, PMtotal = proteína metabolizável total e PBmic = proteína bruta microbiana.

Por fim, para obter as exigências de proteína bruta (PB), foi feita a soma das exigências de PDR e PNDR. Vale ressaltar que o valor usado para a digestibilidade verdadeira da PBmic e da PNDR de 80% foi sugerido por MARIZ et al. (2018).

3.2.3 Estimativa de exigência de minerais

3.2.3.1 Cálcio

Foi utilizado para o cálculo da exigência de cálcio (Ca) para manutenção 11,7mg/kg de PC e coeficiente de retenção 56,8%.

A equação de exigência de Ca para ganho sofre influência de grupos genéticos, portanto, foi utilizado duas equações diferentes para a predição da exigência de Zebuínos e Cruzados de Corte (CC), são elas:

$$\text{Ca (Zebuínos)} = \text{GPCVZ} \times (147 \times \text{PCVZ}^{-0,50});$$

$$\text{Ca (CC)} = \text{GPCVZ} \times (66,0 \times \text{PCVZ}^{-0,32}).$$

Em que Ca (Zebuínos) = Exigência de Cálcio para zebuínos (g/dia), GPCVZ = ganho de peso do corpo vazio (kg), PCVZ = peso do corpo vazio (kg), e Ca (CC) = Exigência de Cálcio para cruzado de corte (g/dia).

Sendo assim, as equações de exigência dietética de cálcio utilizadas foram as seguintes:

$$\text{Ca (Zebuínos)} = (\text{GPCVZ} \times (147 \times \text{PCVZ}^{-0,5}) + (11,7 \times \text{PC} / 1000)) / 0,568;$$

$$\text{Ca (CC)} = (\text{GPCVZ} \times (66,0 \times \text{PCVZ}^{-0,32}) + (11,7 \times \text{PC} / 1000)) / 0,568.$$

Em que Ca (Zebuínos) = Exigência de Cálcio para zebuínos (g/dia), GPCVZ = ganho de peso do corpo vazio (kg), PCVZ = peso do corpo vazio (kg), PC = peso corporal (kg), e Ca (CC) = Exigência de Cálcio para cruzado de corte (g/dia).

3.2.3.2 Fósforo

Foi utilizado para o cálculo da exigência de fósforo (P) para manutenção 13,5mg/kg de PC e o coeficiente de retenção 67,8%.

A equação de exigência de P para ganho sofre influência de grupos genéticos, portanto, foi utilizado duas equações diferentes para a predição da exigência de Zebuínos e CC, são elas:

$$\text{P (Zebuínos)} = \text{GPCVZ} \times (38,6 \times \text{PCVZ}^{-0,36});$$

$$\text{P (CC)} = \text{GPCVZ} \times (25,4 \times \text{PCVZ}^{-0,25}).$$

Em que P (Zebuínos) = Exigência de Fósforo para zebuínos (g/dia), GPCVZ = ganho de peso do corpo vazio (kg), PCVZ = peso do corpo vazio (kg), e P (CC) = Exigência de Fósforo para cruzado de corte (g/dia).

Sendo assim, as equações de exigência dietética de cálcio utilizadas foram as seguintes:

$$P (\text{Zebuínos}) = (\text{GPCVZ} \times (38,6 \times \text{PCVZ}^{-0,36}) + (13,5 \times \text{PC} / 1000)) / 0,678;$$

$$P (\text{CC}) = (\text{GPCVZ} \times (25,4 \times \text{PCVZ}^{-0,25}) + (13,5 \times \text{PC} / 1000)) / 0,678.$$

Em que P (Zebuínos) = Exigência de Fósforo para zebuínos (g/dia), GPCVZ = ganho de peso do corpo vazio (kg), PCVZ = peso do corpo vazio (kg), PC = peso corporal (kg), e P (CC) = Exigência de Fósforo para cruzado de corte (g/dia).

3.2.3.3 Magnésio

Foi utilizado para o cálculo da exigência de Magnésio (Mg) para manutenção 5,9mg/kg de PC e o coeficiente de retenção 35,5%.

A equação de exigência de Mg para ganho sofre influência de grupos genéticos, portanto, foi utilizado duas equações diferentes para a predição da exigência de Zebuínos e CC, são elas:

$$\text{Mg} (\text{Zebuínos}) = \text{GPCVZ} \times (0,3466 \times \text{PCVZ}^{0,0113});$$

$$\text{Mg} (\text{CC}) = \text{GPCVZ} \times (1,0597 \times \text{PCVZ}^{-0,2386}).$$

Em que Mg (Zebuínos) = Exigência de Magnésio para zebuínos (g/dia), GPCVZ = ganho de peso do corpo vazio (kg), PCVZ = peso do corpo vazio (kg), e Mg (CC) = Exigência de Magnésio para cruzado de corte (g/dia).

Sendo assim, as equações de exigência dietética de Mg utilizadas foram as seguintes:

$$\text{Mg} (\text{Zebuínos}) = (\text{GPCVZ} \times (0,3466 \times \text{PCVZ}^{0,0113}) + (5,9 \times \text{PC} / 1000)) / 0,355;$$

$$\text{Mg} (\text{CC}) = (\text{GPCVZ} \times (1,0597 \times \text{PCVZ}^{-0,2386}) + (5,9 \times \text{PC} / 1000)) / 0,355.$$

Em que Mg (Zebuínos) = Exigência de Magnésio para zebuínos (g/dia), GPCVZ = ganho de peso do corpo vazio (kg), PCVZ = peso do corpo vazio (kg), PC = peso corporal (kg), e Mg (CC) = Exigência de Magnésio para cruzado de corte (g/dia).

3.2.3.4 Sódio

Foi utilizado para o cálculo da exigência de Sódio (Na) para manutenção 6,3mg/kg de PC e o coeficiente de retenção 37,1%.

A equação de exigência de Na para ganho sofre influência de grupos genéticos, portanto, foi utilizado duas equações diferentes para a predição da exigência de Zebuínos e CC, são elas:

$$\text{Na (Zebuínos)} = \text{GPCVZ} \times (5,594 \times \text{PCVZ}^{-0,2998});$$

$$\text{Na (CC)} = \text{GPCVZ} \times (1,977 \times \text{PCVZ}^{-0,058}).$$

Em que Na (Zebuínos) = Exigência de Sódio para zebuínos (g/dia), GPCVZ = ganho de peso do corpo vazio (kg), PCVZ = peso do corpo vazio (kg), e Na (CC) = Exigência de Sódio para cruzado de corte (g/dia).

Sendo assim, as equações de exigência dietética de Na utilizadas foram as seguintes:

$$\text{Na (Zebuínos)} = (\text{GPCVZ} \times (5,594 \times \text{PCVZ}^{-0,2998}) + (6,3 \times \text{PC} / 1000)) / 0,371;$$

$$\text{Na (CC)} = (\text{GPCVZ} \times (1,977 \times \text{PCVZ}^{-0,058}) + (6,3 \times \text{PC} / 1000)) / 0,371.$$

Em que Na (Zebuínos) = Exigência de Sódio para zebuínos (g/dia), GPCVZ = ganho de peso do corpo vazio (kg), PCVZ = peso do corpo vazio (kg), PC = peso corporal (kg), e Na (CC) = Exigência de Sódio para cruzado de corte (g/dia).

3.2.3.5 Potássio

Foi utilizado para o cálculo da exigência de Potássio (K) para manutenção 23,5mg/kg de PC e o coeficiente de retenção 48,4%.

A equação de exigência de K para ganho sofre influência de grupos genéticos, portanto, foi utilizado duas equações diferentes para a predição da exigência de Zebuínos e CC, são elas:

$$\text{K (Zebuínos)} = \text{GPCVZ} \times (0,9463 \times \text{PCVZ}^{0,1216});$$

$$\text{K (CC)} = \text{GPCVZ} \times (0,3418 \times \text{PCVZ}^{0,32}).$$

Em que K (Zebuínos) = Exigência de Potássio para zebuínos (g/dia), GPCVZ = ganho de peso do corpo vazio (kg), PCVZ = peso do corpo vazio (kg), e K (CC) = Exigência de Potássio para cruzado de corte (g/dia).

Sendo assim, as equações de exigência dietética de K utilizadas foram as seguintes:

$$K (\text{Zebuínos}) = (\text{GPCVZ} \times (0,9463 \times \text{PCVZ}^{0,1216}) + (23,5 \times \text{PC} / 1000)) / 0,484;$$

$$K (\text{CC}) = (\text{GPCVZ} \times (0,3418 \times \text{PCVZ}^{0,32}) + (23,5 \times \text{PC} / 1000)) / 0,484.$$

Em que K (Zebuínos) = Exigência de Potássio para zebuínos (g/dia), GPCVZ = ganho de peso do corpo vazio (kg), PCVZ = peso do corpo vazio (kg), PC = peso corporal (kg), e K (CC) = Exigência de Potássio para cruzado de corte (g/dia).

3.2.3.6 Enxofre

Foi utilizado para o cálculo da exigência de Enxofre (S) para manutenção 10,4mg/kg de PC e o coeficiente de retenção 77,3%.

A equação de exigência de S para ganho dos bovinos utilizada foi a seguinte:

$$S = \text{GPCVZ} \times (0,03 \times \text{PCVZ}^{0,89}).$$

Em que S = Exigência de Enxofre para ganho (g/dia), GPCVZ = ganho de peso do corpo vazio (kg) e PCVZ = peso do corpo vazio (kg).

Sendo assim, a equação de exigência dietética de S utilizada foi a seguinte:

$$S = (\text{GPCVZ} \times (0,03 \times \text{PCVZ}^{0,89}) + (10,4 \times \text{PC} / 1000)) / 0,773;$$

Em que S = Exigência de Enxofre (g/dia), GPCVZ = ganho de peso do corpo vazio (kg), PCVZ = peso do corpo vazio (kg) e PC = peso corporal (kg).

3.2.3.7 Cobre

Foi utilizado para o cálculo da exigência de Cobre (Cu) para manutenção 95,6µg/kg de PC e o coeficiente de retenção 73,5%.

A equação de exigência de Cu para ganho dos bovinos utilizada foi a seguinte:

$$\text{Cu} = \text{GPCVZ} \times (1,25 \times \text{PCVZ}^{0,33})$$

Em que Cu = Exigência de Cobre para ganho (mg/dia), GPCVZ = ganho de peso do corpo vazio (kg) e PCVZ = peso do corpo vazio (kg).

Sendo assim, a equação de exigência dietética de Cu utilizada foi a seguinte:

$$\text{Cu} = (\text{GPCVZ} \times (1,25 \times \text{PCVZ}^{0,33}) + (96,6 \times \text{PC} / 1000)) / 0,735;$$

Em que Cu = Exigência de Cobre (mg/dia), GPCVZ = ganho de peso do corpo vazio (kg), PCVZ = peso do corpo vazio (kg) e PC = peso corporal (kg).

3.2.3.8 Cobalto

Foi utilizado para o cálculo da exigência de Cobalto (Co) para manutenção 13,5µg/kg de PC e o coeficiente de retenção 86,8%.

A equação de exigência de Co para ganho dos bovinos utilizada foi a seguinte:

$$\text{Co} = \text{GPCVZ} \times (0,045 \times \text{PCVZ}^{-0,023})$$

Em que Co = Exigência de Cobalto para ganho (mg/dia), GPCVZ = ganho de peso do corpo vazio (kg) e PCVZ = peso do corpo vazio (kg).

Sendo assim, a equação de exigência dietética de Co utilizada foi a seguinte:

$$\text{Co} = (\text{GPCVZ} \times (0,045 \times \text{PCVZ}^{-0,023}) + (13,5 \times \text{PC} / 1000)) / 0,868;$$

Em que Co = Exigência de Cobalto (mg/dia), GPCVZ = ganho de peso do corpo vazio (kg), PCVZ = peso do corpo vazio (kg) e PC = peso corporal (kg).

3.2.3.9 Iodo

A exigência de Iodo (I) foi calculada segundo o NRC, 2000 com a seguinte equação:

$$\text{I} = 0,5 \times \text{CMS}$$

Em que I = Exigência de Iodo (mg/dia) e CMS = consumo de matéria seca (kg/dia).

3.2.3.10 Manganês

Foi utilizado para o cálculo da exigência de Manganês (Mn) para manutenção 184,9µg/kg de PC e o coeficiente de retenção 43,9%.

A equação de exigência de Mn para ganho dos bovinos utilizada foi a seguinte:

$$Mn = GPCVZ \times (0,07 \times PCVZ^{0,8})$$

Em que Mn = Exigência de Manganês para ganho (mg/dia), GPCVZ = ganho de peso do corpo vazio (kg) e PCVZ = peso do corpo vazio (kg).

Sendo assim, a equação de exigência dietética de Mn utilizada foi a seguinte:

$$Mn = (GPCVZ \times (0,07 \times PCVZ^{0,8}) + (184,9 \times PC / 1000)) / 0,439;$$

Em que Mn = Exigência de Manganês (mg/dia), GPCVZ = ganho de peso do corpo vazio (kg), PCVZ = peso do corpo vazio (kg) e PC = peso corporal (kg).

3.2.3.11 Selênio

Foi utilizado para o cálculo da exigência de Selênio (Se) para manutenção 3,72 μ g/kg de PC e o coeficiente de retenção 48,7%.

A equação de exigência de Se para ganho dos bovinos utilizada foi a seguinte:

$$Se = GPCVZ \times (1,07 \times PCVZ^{-0,07})$$

Em que Se = Exigência de Selênio para ganho (mg/dia), GPCVZ = ganho de peso do corpo vazio (kg) e PCVZ = peso do corpo vazio (kg).

Sendo assim, a equação de exigência dietética de Se utilizada foi a seguinte:

$$Se = (GPCVZ \times (1,07 \times PCVZ^{-0,07}) + (3,72 \times PC / 1000)) / 0,487;$$

Em que Se = Exigência de Selênio (mg/dia), GPCVZ = ganho de peso do corpo vazio (kg), PCVZ = peso do corpo vazio (kg) e PC = peso corporal (kg).

3.2.3.12 Zinco

Foi utilizado para o cálculo da exigência de Zinco (Zn) para manutenção 334,4 μ g/kg de PC e o coeficiente de retenção 66,8%.

A equação de exigência de Zn para ganho dos bovinos utilizada foi a seguinte:

$$Zn = GPCVZ \times (1,16 \times PCVZ^{0,86})$$

Em que Zn = Exigência de Zinco para ganho (mg/dia), GPCVZ = ganho de peso do corpo vazio (kg) e PCVZ = peso do corpo vazio (kg).

Sendo assim, a equação de exigência dietética de Zn utilizada foi a seguinte:

$$Zn = (GPCVZ \times (1,16 \times PCVZ^{0,86}) + (334,4 \times PC / 1000)) / 0,668;$$

Em que Zn = Exigência de Zinco (mg/dia), GPCVZ = ganho de peso do corpo vazio (kg), PCVZ = peso do corpo vazio (kg) e PC = peso corporal (kg).

3.3 Desenvolvimento no Excel

O início da planilha se dá pela introdução dos dados dos animais, que são o peso médio no início do período, a definição do ganho médio diário (GMD), o sistema de alimentação que serão submetidos (pasto ou confinamento) e o grupo genético. Assim, com estas informações será calculado as exigências nutricionais com as equações citadas acima.

DADOS DOS ANIMAIS		
PV, kg	↕	380
GMD, kg	↕	1,5

Exigência	Min	Máx
MS, kg/dia	8,85	9,73
NDT, kg/dia	6,88	7,23
PB, kg/dia	1,13	1,24
Ca, g/dia	32,05	80,12
P, g/dia	19,51	39,02
Mg, g/dia	7,34	22,01
Na, g/dia	11,90	71,40
K, g/dia	25,61	204,85
S, g/dia	17,61	52,84
Cu, mg/dia	67,74	203,21
Co, mg/dia	5,98	119,51
I, mg/dia	4,42	88,49
Mn, mg/dia	189,80	1897,95
Se, mg/dia	4,99	99,81
Zn, mg/dia	656,45	1969,36

	A Pasto	Confinamento
Categoria Animal Zebuino	Macho zebuino não castrado	Macho zebuino não castrado
	Macho zebuino castrado	Macho zebuino castrado
	Fêmea zebuina	Fêmea zebuina
Categoria Animal Cruzado de Corte	Macho cruzado não castrado	Macho cruzado não castrado
	Macho cruzado castrado	Macho cruzado castrado
	Fêmea cruzada	Fêmea cruzada

Figura 1. Ilustração das configurações do perfil dos animais e sistema de alimentação.

Foi elaborada uma matriz de alimentos, onde estão as informações nutricionais e de custo de todos os ingredientes adicionados ao software, sendo também o local em que poderá ser adicionado novos alimentos. A matriz é separada entre a composição dos alimentos na matéria seca (MS) e na matéria natural (MN) para possibilitar os cálculos de formulação na MS e

posteriormente, os cálculos da batida da ração e compra de ingredientes, na MN. Além disso, foi desenvolvida uma planilha para a seleção apenas dos alimentos que será utilizado na composição da dieta para melhor visualização, com a possibilidade de incluir até 10 alimentos por dieta.

Inserir Ingrediente +

		MS, %	PB, %	NDT, %	FDN, %	FDA, %	CNF, %	EE, %	Ca, %	P, %	Mg, %	Na, %	K, %	S, %	Cu, mg/kg	Co, mg/kg	I, mg/kg	Mn, mg/kg	Se, mg/kg	Zn, mg/kg	Custo, R\$/kg		
MATERIA	Polpa Cítrica	100	6,93	79,12	21,32	20,2	60,58	3,1	1,81	0,13	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	R\$ 1,75		
	Monensina	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	R\$ 20,00	
	Milho, grão	100	7,59	86,92	12,39	3,69	73,01	4	0,03	0,26	0,11	0,03	0,35	0,04	0	0	0	0	0	0	0	R\$ 1,59	
	Soja, casca	100	12,67	73,11	60,98	49,24	18,51	2,22	0,52	0,16	0,34	0,08	0,87	0,09	6,46	5,01	0	17,55	0	48,07	R\$ 1,66		
	Sorgo, grão	100	9,33	84,19	10,58	5,86	74,95	2,91	0,07	0,29	0,19	0,03	0,73	0,03	4,87	0,04	0	17,14	0,06	15,5	R\$ 0,62		
	Cana, bagaço	100	2,14	53,35	77,71	58,08	13,81	1,19	0,21	0,06	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	R\$ 0,35	
	Silagem, milho	100	7,12	64,86	47,51	28,08	37,31	2,77	0,28	0,19	0,14	0,04	0,96	0,08	5,6	0,2	0,08	26,07	0,03	19,41	R\$ 0,96		
	Algodão, caroço	100	22,94	95,62	41,7	33,81	11,14	20,06	0,27	0,74	0,52	0,12	0,91	0	0	0	0	0	0	0	0	R\$ 1,49	
	Algodão, torta	100	29,72	81,88	45,21	35,17	11,06	9,3	0,28	0,58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	R\$ 1,57	
	Ureia	100	278,63	0	0																		R\$ 1,70
SECA	DDG	100	28,21	78,74	47,43	1																R\$ 1,37	
	Soja, farelo	100	48,85	79,45	13,13	8																R\$ 2,56	
	Núcleo	100	80,77	0	0																	R\$ 7,43	
	Calcário	100	0	0	0																	R\$ 0,12	
	Aditivo	100	0	0	0																	R\$ 20,00	
																							R\$ 2,56
																							R\$ 7,43
																							R\$ 0,12
																							R\$ 20,00
																							R\$ 20,00

		MS, %	PB, %	NDT, %	FDN, %	FDA, %	CNF, %	EE, %	Ca, %	P, %	Mg, %	Na, %	K, %	S, %	Cu, mg/kg	Co, mg/kg	I, mg/kg	Mn, mg/kg	Se, mg/kg	Zn, mg/kg	Custo, R\$/kg		
MATERIA	Polpa Cítrica	88,38	6,12	69,93	18,84	1																1,55	
	Monensina	100,00	0,00	0,00	0,00	0																	20,00
	Milho, grão	87,88	6,67	76,39	10,89	3																	1,40
	Soja, casca	90,11	11,42	65,88	54,95	4																	1,50
	Sorgo, grão	88,01	8,21	74,10	9,31	5,16	65,96	2,96	0,06	0,26	0,17	0,03	0,64	0,03	4,29	0,04	0,00	15,08	0,05	13,64	0,55	0,20	
	Cana, bagaço	57,17	1,22	30,50	44,43	33,20	7,90	0,68	0,12	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	
	Silagem, milho	31,22	2,22	20,25	14,83	8,77	11,65	0,86	0,09	0,06	0,04	0,01	0,30	0,02	1,75	0,06	0,02	8,14	0,01	6,06	0,30	1,35	
	Algodão, caroço	90,66	20,80	86,69	37,81	30,65	10,10	18,19	0,24	0,67	0,47	0,11	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,42	
	Algodão, torta	90,48	26,89	74,09	40,91	31,82	10,01	8,41	0,25	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67	
	Ureia	97,98	273,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,22	
NATURA	DDG	89,00	25,11	70,08	42,21	12,58	11,21	7,47	0,04	0,40	0,28	0,16	0,93	0,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,22	
	Soja, farelo	88,65	43,31	70,43	11,64	7,73	26,13	5,74	0,30	0,52	0,26	0,05	1,79	0,23	16,81	0,24	0,00	31,36	0,12	47,68	2,27	7,43	
	Núcleo	100,00	80,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,19	0,80	0,90	3,06	0,00	0,97	297,00	10,00	15,00	594,00	8,00	1800,00	7,43	0,12	
	Calcário	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37,02	0,00	0,83	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	
	Aditivo	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	

Figura 2. Matriz nutricional e formulário para adicionar ingredientes.

M A T É R I A S E C A	CLASSIFICAÇÃO	ALIMENTOS ESCOLHIDOS	MS, %	PB, %	NDT, %	FDN, %	FDA, %	CNF, %	EE, %	Ca, %	P, %	Mg, %	Na, %	K, %	S, %	Cu, mg/kg	Co, mg/kg	I, mg/kg	Mn, mg/kg	Se, mg/kg	Zn, mg/kg	Custo, R\$/kg
	Volumoso		Silagem, milho	100	7,12	64,86	47,51	28,08	37,31	2,77	0,28	0,19	0,14	0,04	0,96	0,08	5,6	0,2	0,08	26,07	0,03	19,41
		Cana, bagaço	100	2,14	53,35	77,71	58,08	13,81	1,19	0,21	0,06	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	R\$ 0,35
Concentrado		Soja, casca	100	12,67	73,11	60,98	49,24	18,51	2,22	0,52	0,16	0,34	0,08	0,87	0,09	6,46	5,01	0	17,55	0	48,07	R\$ 1,66
		Sorgo, grão	100	9,33	84,19	10,58	5,86	74,95	2,91	0,07	0,29	0,19	0,03	0,73	0,03	4,87	0,04	0	17,14	0,06	15,5	R\$ 0,62
Energético		Milho, grão	100	7,59	86,92	12,39	3,69	73,01	4	0,03	0,26	0,11	0,03	0,35	0,04	0	0	0	0	0	0	R\$ 1,59
		Algodão, caroço	100	22,94	95,62	41,7	33,81	11,14	20,06	0,27	0,74	0,52	0,12	0,91	0	0	0	0	0	0	0	R\$ 1,49
Concentrado		Ureia	100	278,63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	R\$ 1,70
		Algodão, torta	100	29,72	81,88	45,21	35,17	11,06	9,3	0,28	0,58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	R\$ 1,57
Proteico		DDG	100	28,21	78,74	47,43	14,13	12,59	8,39	0,04	0,45	0,32	0,18	1,05	0,66	0	0	0	0	0	0	R\$ 1,37
		Soja, farelo	100	48,85	79,45	13,13	8,72	29,48	6,47	0,34	0,59	0,29	0,06	2,02	0,26	18,96	0,27	0	35,38	0,13	53,79	R\$ 2,56
Mineral		Núcleo	100	80,77	0	0	0	0	0	9,193	0,8	0,9	3,06	0	0,97	297	10	15	594	8	1800	R\$ 7,43
		Calcário	100	0	0	0	0	0	0	37,02	0	0,83	0,16	0	0	0	0	0	0	0	0	R\$ 0,12
Aditivo		Aditivo	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	R\$ 20,00
		Monensina	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	R\$ 20,00

M A T É R I A N A T U R A L	CLASSIFICAÇÃO	ALIMENTOS ESCOLHIDOS	MS, %	PB, %	NDT, %	FDN, %	FDA, %	CNF, %	EE, %	Ca, %	P, %	Mg, %	Na, %	K, %	S, %	Cu, mg/kg	Co, mg/kg	I, mg/kg	Mn, mg/kg	Se, mg/kg	Zn, mg/kg	Custo, R\$/kg
	Volumoso		Silagem, milho	31,22	2,22	20,25	14,83	8,77	11,65	0,86	0,09	0,06	0,04	0,01	0,30	0,02	1,75	0,06	0,02	8,14	0,01	6,06
		Cana, bagaço	57,17	1,22	30,50	44,43	33,20	7,90	0,68	0,12	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	R\$ 0,20
Concentrado		Soja, casca	90,11	11,42	65,88	54,95	44,37	16,68	2,00	0,47	0,14	0,31	0,07	0,78	0,08	5,82	4,51	0,00	15,81	0,00	43,32	R\$ 1,50
		Sorgo, grão	88,01	8,21	74,10	9,31	5,16	65,96	2,56	0,06	0,26	0,17	0,03	0,64	0,03	4,29	0,04	0,00	15,08	0,05	13,64	R\$ 0,55
Energético		Milho, grão	87,88	6,67	76,39	10,89	3,24	64,16	3,52	0,03	0,23	0,10	0,03	0,31	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	R\$ 1,40
		Algodão, caroço	90,66	20,80	86,69	37,81	30,65	10,10	18,19	0,24	0,67	0,47	0,11	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	R\$ 1,35
Concentrado		Ureia	97,98	273,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	R\$ 1,67
		Algodão, torta	90,48	26,89	74,09	40,91	31,82	10,01	8,41	0,25	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	R\$ 1,42
Proteico		DDG	89,00	25,11	70,08	42,21	12,58	11,21	7,47	0,04	0,40	0,28	0,16	0,93	0,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	R\$ 1,22
		Soja, farelo	88,65	43,31	70,43	11,64	7,73	26,13	5,74	0,30	0,52	0,26	0,05	1,79	0,23	16,81	0,24	0,00	31,36	0,12	47,68	R\$ 2,27
Mineral		Núcleo	100,00	80,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,19	0,80	0,90	3,06	0,00	0,97	297,00	10,00	15,00	594,00	8,00	1800,00	R\$ 7,43
		Calcário	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37,02	0,00	0,83	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	R\$ 0,12
Aditivo		Aditivo	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	R\$ 20,00
		Monensina	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	R\$ 20,00

Figura 3. Matriz para seleção dos ingredientes para formulação.

Seguindo para a parte de formulação da dieta, foi elaborada uma forma de diferenciar a formulação de acordo com o sistema de alimentação que os animais serão introduzidos, quando selecionado o confinamento, será considerado 100% da exigência de consumo de matéria seca para a mistura da dieta. Por outro lado, quando selecionado o pasto, deve ser definido o nível de suplementação que os animais receberão em % do peso vivo (%PV), para que assim, parte da exigência de MS passe para a formulação do concentrado e, parte para definir o consumo de MS do pasto.

As informações do pasto são inseridas na planilha “composição do pasto”, dessa forma, quando definido o consumo de concentrado (%PV), já é calculado o consumo do pasto e consequentemente a quantidade de nutrientes consumidos por dia através da forragem.

Para o atendimento das exigências de mineral, foi criado a planilha “composição do núcleo”, onde é inserido as informações do nível de garantia do produto, dessa forma possibilitando a escolha do núcleo mineral que será utilizado, também há a necessidade de incluir o custo do mineral, padronizado para 25kg.

Por fim, para realizar a formulação, deve-se colocar o percentual estimado de rendimento de carcaça (RC) que os animais terão no início do período, geralmente padronizado em 50% para realizar os cálculos de custo por @ produzida.

COMPOSIÇÃO DO PASTO			COMPOSIÇÃO DO NÚCLEO		
NUTRIENTES	Zuri Verão	Consumo/dia	Minerais	Nível de Garantia	Consumo g,mg/dia
MS, %	20	0,00	PB, g/kg	807,7	120,02
NDT, %	55	0,00	Ca, g/kg	91,93	13,66
PB, %	12	0,00	P, g/kg	8	1,19
FDN, %	65	0,00	Mg, g/kg	9	1,34
CNF, %	13	0,00	Na, g/kg	30,6	4,55
EE, %	2	0,00	K, g/kg	0	0,00
Ca, %	0,3	0,00	S, g/kg	9,7	1,44
P, %	0,2	0,00	Cu, mg/kg	297	44,13
Mg, %	0,2	0,00	Co, mg/kg	10	1,49
Na, %	0,01	0,00	I, mg/kg	15	2,23
K, %	1,5	0,00	Mn, mg/kg	594	88,27
S, %	0,2	0,00	Se, mg/kg	8	1,19
Cu, mg/kg	10	0,00	Zn, mg/kg	1800	267,48
Co, mg/kg	0,06	0,00			
I, mg/kg	0	0,00			
Mn, mg/kg	50	0,00			
Se, mg/kg	0,05	0,00			
Zn, mg/kg	30	0,00			

Figura 4. Inserção da composição do pasto e dos níveis de garantia do núcleo.

Ingredientes	Entrada, g MS	Min, g	Máx, g
Silagem, milho	5.700,36	0	10000
Cana, bagaço	-	0	0
Soja, casca	2.500,00	0	2500
Sorgo, grão	-	0	0
Milho, grão	-	0	0
Algodão, caroço	-	0	0
Ureia	-	0	0
Algodão, torta	1.000,00	0	1000
DDG	-	0	0
Soja, farelo	-	0	0
Núcleo	148,60	148,60	148,60
Calcário	-	0	0
Aditivo	-	0	0
Monensina	-	0	0
Total, kg	9,35		

CONFINAMENTO	
A PASTO	
CONSUMO DA RAÇÃO	
CMS, %PV	0,7%
CMS, kg/dia	8,85
R\$/kg MS	R\$ 1,32
CONSUMO DO NÚCLEO	
%CMS	1,59
kg/dia	0,149
Valor, 25kg	R\$ 185,80
Custos	
RC	50%
R\$/dia	R\$ 12,31
R\$/@	R\$ 246,28
FORMULAR	

Figura 5. Formulação da dieta, sistema de alimentação e informações de preço.

Dessa forma, definido estas informações, ao clicar no botão “formular”, a dieta será calculada pelo Solver com as restrições para formular uma dieta com o custo mínimo de acordo com as exigências dos animais e com os alimentos selecionados.

Assim, na planilha “formulação do concentrado” é apresentado os valores de exigência mínima e máxima, quando selecionado a opção “a pasto”, estas exigências será o déficit da oferta de pasto, assim, quando selecionado o “confinamento”, será 100% da exigência dos animais. A coluna “Fornecido Ração Total” refere-se aos níveis de cada nutriente que o concentrado tem, já a coluna “Fornecido RT + Pasto”, refere-se a soma do que o concentrado oferta mais o pasto.

FORMULAÇÃO DO CONCENTRADO				
Nutrientes	Défict Exig	Máx	Fornecido Ração Total	Fornecido RT + Pasto
CMS, kg/dia	8,85	9,73	9,35	9,35
NDT, kg/dia	6,88	7,23	6,34	6,34
PB, kg/dia	1,13	1,24	1,14	1,14
Ca, g/dia	32,05	80,12	45,42	45,42
P, g/dia	19,51	39,02	21,82	21,82
Mg, g/dia	7,34	22,01	17,82	17,82
Na, g/dia	11,90	71,40	8,83	8,83
K, g/dia	25,61	204,85	76,47	76,47
S, g/dia	17,61	52,84	8,25	8,25
Cu, mg/dia	67,74	203,21	92,21	92,21
Co, mg/dia	5,98	119,51	15,15	15,15
I, mg/dia	4,42	88,49	2,69	2,69
Mn, mg/dia	189,80	1897,95	280,75	280,75
Se, mg/dia	4,99	99,81	1,36	1,36
Zn, mg/dia	656,45	1969,36	498,30	498,30

Figura 6. Exigências nutricionais e composição da ração formulada.

Seguindo para a área de avaliação da dieta, caso a formulação seja para animais a pasto, deve ser incluído as informações do pasto novamente na planilha “Composição do Pasto” e na planilha “Composição do Concentrado” em kg por dia de cada nutriente ofertado pelo concentrado tanto para os animais a pasto, quanto para os animais em confinamento.

COMPOSIÇÃO DO PASTO			COMPOSIÇÃO DA RAÇÃO	
Nutrientes	Zuri Verão		Nutrientes	RAÇÃO
MS, %		20	MS	9,35
NDT, %		55	NDT	6,34
PB, %		12	PB	1,14
FDN, %		65	FDN	4,68
CNF, %		13	CNF	2,70
EE, %		2	EE	0,31
Ca, %		0,3	Ca	45,42
P, %		0,2	P	21,82
Mg, %		0,2	Mg	17,82
Na, %		0,01	Na	8,83
K, %		1,5	K	76,47
S, %		0,2	S	8,25
Cu, mg/kg		10	Cu	92,21
Co, mg/kg		0,06	Co	15,15
I, mg/kg		0	I	2,69
Mn, mg/kg		50	Mn	280,75
Se, mg/kg		0,05	Se	1,36
Zn, mg/kg		30	Zn	498,30

Figura 7. Composição do pasto e da ração.

Dessa forma, ao incluir os dados, será gerado na planilha “Composição da dieta e GMD Esperado” as informações relevantes sobre a dieta ofertada, como um resumo do consumo de cada nutriente disponibilizado pelo pasto e pela ração concentrada, no caso do confinamento, a ração total. Além do total de consumo de cada nutriente por dia pelo animal e a composição em %MS de cada nutriente na dieta.

Com isso, a planilha realiza uma inferência sobre as informações geradas quanto a atenção com nível de inclusão de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) na dieta, acusando quando está abaixo de 25% da MS, nível carboidratos não fibrosos (CNF), acusando quando está acima de 65% na MS, nível de extrato etéreo (EE), acusando quando está acima de 7% na MS.

Ademais, quando a dieta alcança o nível tóxico na MS de algum mineral, este alerta também é acionado. No gráfico ao lado foi acrescentado um percentual da exigência atendida de cada nutriente, de acordo com as informações do animal de GMD introduzido na parte de dados do animal, assim, possibilitando que o técnico avalie se com aquela dieta é possível alcançar o desempenho desejado dos animais.

CONSUMO DA DIETA E GMD ESPERADO						
	NUTRIENTES	PASTO	CONCENTRADO	TOTAL	%MS	Exigência Atendida
Macro Nutrientes	MS, kg/d	0,00	9,35	9,35	100,00	106%
	NDT, kg/d	0,00	6,34	6,34	67,86	92%
	PB, kg/d	0,00	1,14	1,14	12,19	101%
	FDN, kg/d	0,00	4,68	4,68	24,00	
	CNF, kg/d	0,00	2,70	2,70	65,00	
	EE, kg/d	0,00	0,31	0,31	7,50	
Macro Minerais	Ca, g/d	0,00	45,42	45,42	0,49	142%
	P, g/d	0,00	21,82	21,82	0,23	112%
	Mg, g/d	0,00	17,82	17,82	2,00	243%
	Na, g/d	0,00	8,83	8,83	0,09	74%
	K, g/d	0,00	76,47	76,47	0,82	299%
	S, g/d	0,00	8,25	8,25	0,09	47%
Micro Minerais	Cu, mg/d	0,00	92,21	92,21	0,00	136%
	Co, mg/d	0,00	15,15	15,15	0,00	254%
	I, mg/d	0,00	2,69	2,69	0,00	61%
	Mn, mg/d	0,00	280,75	280,75	0,00	148%
	Se, mg/d	0,00	1,36	1,36	0,00	27%
	Zn, mg/d	0,00	498,30	498,30	0,01	76%

Figura 8. Consumo de nutrientes, níveis tóxicos e atendimento das exigências nutricionais.

Seguindo em frente, foi inserido uma planilha para avaliar o consumo da dieta por dia, tanto na MS, quanto na matéria natural (MN) de cada ingrediente adicionado à dieta e o total.

CONSUMO DA RAÇÃO		
Ingredientes	kg MS/dia	kg MN/dia
Silagem, milho	5,70	18,26
Soja, casca	2,50	2,77
Algodão, torta	1,00	1,11
Núcleo	0,15	0,15
Total	9,35	22,29



Figura 9. Consumo de ração em MS e MN por dia.

Foi adicionado um quadro com o relatório de batida da ração, que possibilita controlar a quantidade total que será misturado a cada vez, dependendo do tamanho do misturador.

BATIDA	
INGREDIENTES	kg
Silagem, milho	409,63
Soja, casca	62,24
Algodão, torta	24,80
Núcleo	3,33
TOTAL	500,00



Figura 10. Relatório de batida da ração.

Adiante, foi colocado uma planilha para o controle financeiro da propriedade, possibilitando a entrada de dados como peso de entrada e saída, %RC dos animais acabados, número de animais, valor da compra e venda em R\$/@, valor do frete e custo com sanidade para a chegada dos animais, premiação e % do lote premiado. Com isso, é gerado o valor/@ da compra e da venda dos animais, incluindo estas despesas e possíveis ganhos com premiação, possibilitando o cálculo do valor por cabeça dos animais na compra e na venda. Além disso, possibilita o cálculo do período de alimentação dos animais, de acordo com peso de entrada e de saída e o GMD dos animais.

Dados dos Animais			
Compra		Venda	
Peso, kg	380,00	Peso, kg	550,00
RC, %	50%	RC, %	53%
Peso, @	12,67	Peso, @	19,43
Nº de Animais	60	Nº de Animais	60
R\$/@, Compra	R\$ 295,00	R\$/@, Venda	R\$ 295,00
Frete/cab	R\$ -	Premiação/@	R\$ -
Sanidade/cab	R\$ -	% Lote premiado	0%
Total, R\$/@	R\$ 295,00	Total, R\$/@	R\$ 295,00
Total, R\$/cab	R\$ 3.736,67	Total, R\$/cab	R\$ 5.732,83

Datas	
Entrada	20/02/2025
Saída	13/06/2025
Duração, dias	113

Figura 11. Informações de peso, preço de compra e venda dos animais e dias de tratamento.

Além disso, esta planilha possibilita a entrada de dados como custos com arrendamento por cabeça mês, se houver, custo com funcionário por mês e o custo por cabeça mês, fora a dieta. Gerando informações como o custo geral no período, custo com a compra dos animais, custo com arrendamento no período, custo com a ração no período, custo/@ produzida, custo por animal mês e o custo total. Com isso, possibilita o cálculo da receita, com a venda dos animais, lucro total, lucro por animal e a margem da operação.

DESPESAS	
Arrendamento, cab/mês	R\$ -
Funcionário/mês	R\$ -
Custo/cab/mês, s/ração	R\$ -
Geral, Período	R\$ -
Compra dos animais	R\$ 224.200,00
Arrendamento, Período	R\$ -
Ração, Período	R\$ 87.914,74
Custo/@	R\$ 243,94
Custo/animal/mês	R\$ 1.376,98
Custo total	R\$ 312.114,74

LUCRO	
Receita	R\$ 343.970,00
Lucro	R\$ 31.855,26
Lucro/animal	R\$ 530,92
Margem	10,21%

Figura 12. Informações de custos e lucro.

Por fim, foi adicionado uma planilha para informações de compra dos alimentos de acordo com os dados introduzidos no software, é calculado a quantidade de cada alimento e o valor que será investido no período, possibilitando também a inclusão de um nível de desperdício para a compra.

Compra Total		
Ingredientes	Quantidade, kg	Custo, R\$
Silagem, milho	130.367,01	R\$ 39.110,10
Soja, casca	19.809,12	R\$ 29.713,68
Algodão, torta	7.891,25	R\$ 11.205,57
Núcleo	1.061,00	R\$ 7.885,38
Total	159.128,38	R\$ 87.914,74



Desperdício, %	<input type="text" value="5,00"/>
----------------	-----------------------------------

Figura 13. Compra de ingredientes.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos desafios enfrentados pela bovinocultura de corte no Brasil, a adoção de estratégias que promovam maior eficiência produtiva e redução de custos torna-se essencial. Neste contexto, o desenvolvimento de um software de formulação e avaliação de dietas representa uma ferramenta acessível para auxiliar os produtores na tomada de decisões nutricionais para o seu rebanho. Sendo assim, utilizando as equações do BR-Corte, foi possível estimar as exigências nutricionais de diferentes categorias animais, considerando variáveis como peso vivo, ganho médio diário, sexo e grupo genético. Dessa forma, conclui-se que o software desenvolvido contribui para a melhoria do desempenho zootécnico e econômico dos sistemas de produção através da formulação de dietas balanceadas de custo mínimo por meio da ferramenta Solver.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEC. **Associação Brasileira das Indústria Exportadoras de Carnes**. BeefReport: Perfil da Pecuária no Brasil 2023, 2024.

ADRIAN, T. E.; FERRI, G. L.; BACARESE-HAMILTON, A. J.; FUESSL, H.S.; POLAK, J. M.; BLOOM, S. R. Human distribution and release of a putative new gut hormone, peptide YY. **Gastroenterology**. 89: 1070–7, 1985.

AFRC. Energy and protein requirements of ruminants. **Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureaux International**, 1993.

ALENCAR, A. M. **Suplementação de bovinos a pasto: uma revisão de literatura**. TCC. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS, 2019.

ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.1598–1624, 2000.

ALLEN, M. S. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. **J. Anim. Sci.**, p.3063- 3075, 1996.

ARCANJO, A. H. M.; ÍTAVO, L. C. V.; ÍTAVO, C. C. B. F.; FRANCO, G. L.; DIAS, A. M.; DIFANTE, G. S.; LIMA, E. A.; SANTANA, J. C. S.; GURGEL, A. L. C. Cotton cake as an economically viable alternative fibre source of forage in a high-concentrate diet for finishing beef cattle in feedlots. **Trop Anim Health Prod**, v.54, n.112, 2022.

BATTERHAM, R. L.; COWLEY, M. A.; SMALL, C. J.; HERZOG, H.; COHEN, M. A.; DAKIN, C. L.; WREN, A. M.; BRYNES, A. E.; LOW, M.; GHATEI, M. A.; CONE, R. D.; BLOOM, S. R. Gut hormone PYY (3–36) physiologically inhibits food intake. **Nature**, v. 418, n. 6898, p. 650-654, 2002.

BELL, C. G.; WALLEY, A. J.; FROGUEL, P. The genetics of human obesity. **Nature Reviews Genetics**, 6:221-234, 2005.

BERCHIELLI, T. T., PIRES, A. V. & OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal, Brazil: FUNEP, 2011.

BOLFE, E. L.; SANO, E. E.; MASSRUHA, S. M. F. S.; VICTORIA, D. de C.; SILVA, G. B. S.; OLIVEIRA, A. F. Potencial de expansão agrícola em áreas de pastagem degradadas no Brasil. **Agroanalysis**, v.44, n.03, p.25-27, 2024.

BORBA, F. C. **Produção e composição química de cultivares de *megathyrsus maximus* em diferentes estações do ano no Norte do Tocantins**. TCC. INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS CERES, 2024.

CHENG, K. J.; MCALLISTER, T. A.; POPP, J. D.; HRISTOV, A. N.; MIR, Z.; SHIN, H. T. A review of bloat in feedlot cattle. **J. Anim. Sci.** 76:299-308, 1998.

CHOI, B. R.; PALMQUIST, D. L. High fat diets increase plasma cholecystokinin and pancreatic polypeptide, and decrease plasma insulin and feed intake in lactating cows. **The Journal of Nutrition**, 126:2913-2919, 1996.

CONRAD, H. R.; PRATT, A. D.; HIBBS, J. W. Regulation of feed intake in dairy cows. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. **Journal of Dairy Science**, v. 47, n. 1, p. 54-62, 1964.

COSTA, V. A. C.; DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. DE C.; CARVALHO, I. P. C.; MONTEIRO, L. P.; Consumo e digestibilidade em bovinos em pastejo durante o período das águas sob suplementação com fontes de compostos nitrogenados e de carboidratos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 8, p. 1788-1798, 2011.

DATE, Y.; KOJIMA, M.; HOSODA, H.; SAWAGUCHI, A.; MONDAL, M. S.; SUGANUMA, T.; MATSUKURA, S.; KANGAWA, K.; NAKAZATO, M. G. A novel growth hormone-releasing acylated peptide, is synthesized in a distinct endocrine cell type in the gastrointestinal tracts of rats and humans. **Endocrinology**. 141: 4255–61, 2000.

DE FIGUEIREDO, E. M.; GARCIA, J.; JÚNIOR, C. Regulação do consumo em animais: um referencial teórico. In: inovações na nutrição animal: desafios da produção de qualidade. **Editora Científica Digital**, p. 148-163, 2021.

DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; MANTOVANI, H. C.; VALADARES FILHO, S. C.; SAMPAIO, C. B.; SOUZA, M. A.; LAZZARINI, Í.; DETMANN, K. S.C. Parameterization of ruminal fibre degradation in low-quality tropical forage using Michaelis–Menten kinetics. **Livestock Science**, v.126, p.136–146, 2009.

DETMANN, E.; VALENTE, É. E. L.; BATISTA, E. D.; HUHTANEN, P. An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. **Livestock Science**, v. 162, p. 141-153, 2014.

DI MARCO, O. N. Crescimento e resposta animal. Buenos Aires: **Associação Argentina de Produção Animal**, 1993.

FORBES, J. M. Voluntary food intake and diet selection by farm animals. **Cambridge: CAB International**, 1995.

FOX, D.G.; SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D. Adjusting nutrient of beef cattle for animal and environmental variations. **Journal of Animal Science**, 66, 1475-1495, 1988.

GIL-CAMPOS, M.; CAÑETE, R.; GIL, A. Adiponectin, the missing link in insulin resistance and obesity. **Clinical Nutrition**, v. 23, n. 5, p. 963-974, 2004.

KIM, S.; MOUSTAID-MOUSSA, N. Secretory, endocrine and autocrine/paracrine function of adipocyte. **The Journal of nutrition**, v. 130, n. 12, p. 3110-3115, 2000.

KONTUREK, S. J.; KONTUREK, J. W.; PAWLIK, T.; BRZOZOWKI, T. Brain gut axis and its role in the control of food intake. **J Physiol Pharmacol**. 55:137-54, 2004.

KONTUREK, P. C.; KONTUREK, J. W.; CZESNIKIEWICZGUZIK, M.; BRZOZOWSKI, T.; SITO, E.; KONTUREK, S. J. Neuro-hormonal control of food intake: basic mechanisms and

clinical implications. **Journal of Physiology and Pharmacology: An Official Journal of the Polish Physiological Society**, 56:5-25, 2005.

LEIDY, H. J.; GARDNER, J. K.; FRYE, B. R.; SNOOK, M. L.; SCHUCHERT, M. K.; RICHARD, E. L. Circulating ghrelin is sensitive to changes in body weight during a diet and exercise program in normal weight young women. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolic**, v. 89, n. 6, p. 2659-2664, 2004.

MALAFAIA, P.; CABRAL, L. D. S.; VIEIRA, R. A. M., COSTA, R. M.; CARVALHO, C. D. Suplementação protéico-energética para bovinos criados em pastagens: Aspectos teóricos e principais resultados publicados no Brasil. **Livestock Research for Rural Development**, v. 15, n. 12, p. 33, 2003.

MARCONDES, M. I.; TEDESCHI, L. O.; VALADARES FILHO, S. C.; GIONBELLI, M. P. Predicting efficiency of use of metabolizable energy to net energy for gain and maintenance of Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, 91:4887-98, 2013.

MARIZ, L. D. S.; AMARAL, P. M.; VALADARES FILHO, S. C.; SANTOS, S. A.; DETMANN, E.; MARCONDES, M. I.; PEREIRA, J. M. V.; SILVA JÚNIOR, J. M.; FACIOLA, A. P. Dietary protein reduction on microbial protein, amino acid digestibility, and body retention in beef cattle: 2. Amino acid intestinal absorption and their efficiency for whole-body deposition. **Journal of Animal Science**, 96(2), 670-683, 2018.

MAZARIN, D. De S.; & MENEGUELLI, M. Produção de carne bovina na fase de terminação dentro do sistema intensivo na pecuária de corte. **Research, Society and Development**, v.14, n.4, 2025.

MERTENS, D. R. Analysis of fiber in feeds and its use in feed evaluation and ration formulation. In: **Simpósio Internacional de Ruminantes**, 1992.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: Fahey Jr., G.C., Collins, M., Mertens, D.R., Moser, L.E. (Eds.), Forage Quality, Evaluation, and Utilization. **American Society of Agronomy**, Madison, WI, pp. 450-493, 1994.

MINER, J. L. Recent advances in the central control of intake in ruminants. **Journal of Animal Science**, 70:1283-1289, 1992.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. Washington, D.C: 1987. 85 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. rev. Washington, D.C.: 2000. 234 p.

NOCEK, J. E.; RUSSELL, J. B. Proteína e energia como um sistema integrado. Relação da disponibilidade ruminal de proteína e carboidratos com a síntese microbiana e a produção de leite. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.8, p.2070-2107, 1988.

PEREIRA, E. S.; ARRUDA, A. M. V.; MIRANDA, L. F.; MIZUBUTI, I. Y.; MUNIZ, E. B.; PINTO, A. P. Importância da inter-relação carboidrato e proteína em dietas de ruminantes. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 26, n. 1, p. 125-134, 2005.

PEREIRA, M. A.; BUNGENSTAB, D. J.; EUCLIDES, V. P. B.; MALAFAIA, G. C.; BISCOLA, P. H. N.; MENEZES, G. R. O.; ABREU, U. G. P.; LAURA, V. A.; NOGUEIRA, E.; MAURO, R. A.; SILVA, M. P.; NICACIO, A. C.; ALMEIDA, R. G.; GOMES, R. C.; SILVA, J. C. B.; SOUZA, V. F. From Traditionally Extensive to Sustainably Intensive: A Review on the Path to a Sustainable and Inclusive Beef Farming in Brazil. **Animals**, v.14, n.16, p.2340, 2024.

RAYNER, C. K.; PARK, H. S.; DORAN, S. M.; CHAPMAN I. M.; HOROWITZ, M. Effects of cholecystokinin on appetite and pyloric motility during physiological hyperglycemia. **Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol**, v. 278, n. 1, p. 98-104, 2000.

REID, J. T.; WELLINGTON, G. H.; DUNN, H. O. Some relationships among the major chemical components of the bovine body and their application to nutritional investigations. **Journal of Dairy Science**, 38:1344–1359, 1955.

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, W. L. S.; PALMA, M. N. N.; PAULINO, M. F.; RENNÓ, L. N.; DETMANN, E.; Investigation on daily or every three days supplementation with protein or protein and starch of cattle feed tropical forage. **Animal Feed Science and Technology**, v. 269, p. 114650, 2020.

RENESTO, D. M. **Suplementação na fase de recria e os impactos durante a terminação de bovinos de corte**. 2021.

ROFFLER, R.E.; WRAY, J.E.; SATTER, L.D. Production responses in early lactation to additions of soybean meal to diets containing predominantly corn silage. **Journal of Dairy Science**, v.69, p.1055–1062. 1986.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Nutrição de não ruminantes: princípios e formulações**. Jaboticabal: Funep, 2016.

SANTOS, A. S.; VILLELA, S. D.; LEONEL, F. P.; VERARDO, L. L.; PASCHOALOTO, J. R.; PAULINO, P. V. R.; MATOS, E. M. A.; MARTINS, P. G. M. A.; DALLAGO, G. M.; COSTA, P. M. Performance and economic analysis of Nellore cattle finished in feedlot during dry and rainy seasons. **Livestock Science**, v.260, 2022.

SCHWARTZ M.V. Staying slim with insulin in mind. **Science**, 289: 2066-7, 2000.

SILVA, F. F.; SÁ, J. F.; SCHIO, A. R.; ÍTAVO, L. C. V.; SILVA, R. R.; MATEUS, R. G. Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.371-389, 2009.

SILVA, S. C.; SBRISSIA A. F.; PEREIRA, L. E. T.; Ecophysiology of C4 forage grasses—understanding plant growth for optimising their use and management. **Agriculture**, v. 5, n. 3, p. 598-625, 2015.

SILVESTRE, A. M.; MILLEN, D. D. The 2019 Brazilian survey on nutritional practices provided by feedlot cattle consulting nutritionists. **R. Bras. Zootec.**, 50: e20200189, 2021.

SOUZA, D. R. DE; SILVA, F. F. DA; ROCHA NETO, A.L.; SILVA, V. L. DA; DIAS, D. L. S.; SOUZA, D. D.; ALMEIDA, P. J. P.; PONDÉ, W. P. S. T. S.; Suplementação proteica a pasto

sob o consumo, digestibilidade e desempenho na terminação de novilhos Nelore na época das águas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, p. 1121-1132, 2012.

SUAREZ, S. L. B. **Fatores envolvidos no consumo de matéria seca**. DISSERTAÇÃO. UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 2014.

TOELLE, V.D.; TESS, M.W.; JOHNSON, T. et al. Lean and fat patterns of serially slaughtered beef bulls fed different energy levels. **Journal of Animal Science**, v.63, n.8, p.1347-1360, 1986.

VALADARES FILHO, S. C.; COSTA E SILVA, L. F.; ROTTA, P. P. P.; GOMES, R. C.; MARCONDES, M. I.; CHIZZOTTI, M. L.; DETMANN, E.; PAULINO, P. V. R. **BR-Corte: tabelas brasileiras para bovinos de corte**. 3. ed. Brasília, DF: MAPA, 2023.

WYNNE, K.; STANLEY, S.; BLOOM, S. The gut and regulation of body weight. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 89, n. 6, p. 2576-2582, 2004.