



**CENTRO UNIVERSITÁRIO VALE DO SALGADO
CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II**

FRANCISCO MATHEUS JALES LEMOS

**A IMPORTÂNCIA DA MINERALIZAÇÃO NA PREVENÇÃO DE DOENÇAS
METABÓLICAS EM BOVINOS**

**ICÓ-CEARÁ
2024**

A IMPORTÂNCIA DA MINERALIZAÇÃO NA PREVENÇÃO DE DOENÇAS METABÓLICAS EM BOVINOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II do curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário Vale do Salgado (UniVS) como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Medicina Veterinária.

Orientador: **Prof. Dr. Renato Mesquita Peixoto.**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pelo dom da vida, por me conceder a força e a sabedoria para trilhar esse caminho e enfrentar os desafios que surgiram. Sua presença constante me proporcionou o conforto e a esperança necessários para seguir em frente.

Aos meus pais, Francisco Domingos e Ana Cláudia, minha eterna gratidão por serem meu alicerce, proporcionando-me valores, amor e educação. Vocês sempre acreditaram em mim e me ensinaram a ter resiliência e coragem para lutar pelos meus sonhos. Sou profundamente grato por tudo que fizeram para que eu pudesse chegar até aqui.

À minha irmã, Mara Desine, e à minha sobrinha, Anna Julia, agradeço pelo carinho, apoio e momentos de alegria. Vocês são uma parte importante da minha vida e sempre me lembram da importância de estar perto de quem amamos.

À minha namorada, Ana Valéria, meu mais sincero agradecimento pelo apoio constante e por sempre estar ao meu lado, especialmente nos momentos de incerteza. Sua paciência, companheirismo e incentivo foram fundamentais para que eu pudesse perseverar.

Ao meu orientador e amigo, Renato Peixoto, sou grato pelo comprometimento, pela parceria e pelo conhecimento compartilhado. Obrigado por enfrentar esta jornada comigo, sempre disposto a orientar e motivar-me, transmitindo não só conhecimento, mas também confiança e apoio.

Aos meus professores, agradeço pelo ensino e pela dedicação ao longo de minha formação. Cada um de vocês contribuiu para meu desenvolvimento acadêmico e pessoal, proporcionando-me ferramentas essenciais para esta etapa e para a vida.

RESUMO

LEMOS, F. M. 2024. **A IMPORTÂNCIA DA MINERALIZAÇÃO NA PREVENÇÃO DE DOENÇAS METABÓLICAS EM BOVINOS** (Graduação em Medicina Veterinária) – Centro Universitário Vale do Salgado, Icó, 2024.

A nutrição desempenha um papel fundamental na produção leiteira dos rebanhos bovinos, influenciando diretamente a reprodução e o desempenho reprodutivo das fêmeas. A deficiência de qualquer nutriente pode resultar em prejuízos significativos na produção e na saúde dos animais, inclusive daquelas cujas exigências são em pequenas quantidades, como os minerais. Assim, objetivou-se evidenciar a importância da mineralização na bovinocultura leiteira, enfatizando as principais doenças metabólicas relacionadas à deficiência de minerais e os impactos produtivos e econômicos associados. Os bovinos obtêm minerais através da alimentação, principalmente de forragens que absorvem minerais do solo. Entretanto, a mineralização é um aspecto crucial na nutrição de ruminantes, pois garante que os animais recebam os minerais essenciais e necessários para sua saúde e produtividade. A concentração de minerais no solo e a composição das forragens variam significativamente, o que pode resultar em deficiências nutricionais nos ruminantes. Quando os animais não obtêm os minerais adequados de suas dietas, vários distúrbios metabólicos podem ocorrer, tais como: cetose (deficiência de energia), acidose ruminal (desequilíbrio no potencial hidrogeniônico (PH)) e a hipocalcemia (deficiência de cálcio no sangue). Esses distúrbios podem resultar em prejuízos econômicos significativos devido à redução na produtividade das vacas afetadas, como na cetose subclínica por exemplo, em que há perda na produção de leite por dia. Portanto, a implantação de estratégias de mineralização correta que atendam às exigências nutricionais dos animais é primordial para evitar problemas no âmbito produtivo e econômico. Estratégias essas relacionadas a dimensionamento do cocho, avaliação dos critérios de fertilidade do solo e qualidade da forragem, dietas aniônicas e suplementação com aditivos.

Palavras-chave: Deficiência mineral, Nutrição animal, Patologias metabólicas.

ABSTRACT

LEMOS, F. M. 2024. **THE IMPORTANCE OF MINERALIZATION IN THE PREVENTION OF METABOLIC DISEASES IN CATTLE** (Graduation in Veterinary Medicine) – Centro Universitário Vale do Salgado, Icó, 2024.

Nutrition plays a fundamental role in the milk production of cattle herds, directly influencing the reproduction and reproductive performance of females. A deficiency in any nutrient can result in significant losses in the production and health of animals, including those that require small quantities, such as minerals. Thus, the objective of this study was to highlight the importance of mineralization in dairy cattle farming, emphasizing the main metabolic diseases related to mineral deficiency and the associated production and economic impacts. Cattle obtain minerals through their diet, mainly from forages that absorb minerals from the soil. However, mineralization is a crucial aspect in ruminant nutrition, as it ensures that animals receive the essential minerals necessary for their health and productivity. The concentration of minerals in the soil and the composition of forages vary significantly, which can result in nutritional deficiencies in ruminants. When animals do not obtain adequate minerals from their diets, several metabolic disorders can occur, such as: ketosis (energy deficiency), ruminal acidosis (imbalance in the hydrogen potential (pH)) and hypocalcemia (calcium deficiency in the blood). These disorders can result in significant economic losses due to the reduction in productivity of the affected cows, as in subclinical ketosis, for example, in which there is a loss of production of 1 to 1.4 kg of milk per day. Therefore, the implementation of correct mineralization strategies that meet the nutritional requirements of the animals is essential to avoid problems in the productive and economic spheres. These strategies are related to trough sizing, evaluation of soil fertility criteria and forage quality, anionic diets and supplementation with additives.

Keywords: Mineral deficiency, Animal nutrition, Metabolic pathologies.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS	9
2.1 OBJETIVO GERAL.....	9
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
3. METODOLOGIA DA PESQUISA	10
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	10
3.2 BUSCA DE DADOS	10
3.3 DESCRITORES.....	10
3.4 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE.....	10
3.5 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO.....	10
4.0 REVISÃO DE LITERATURA	12
4.1 FISIOLOGIA DA MINERAÇÃO ÓSSEA E METABOLISMO MINERAL.....	12
4.2 PRINCÍPIO DA MINERALIZAÇÃO	14
4.3 DISTÚRBIOS METABÓLICOS.....	15
4.4 IMPACTOS ECONÔMICOS.....	16
4.5 ABORDAGENS TERAPÊUTICAS E PREVENTIVAS	16
4.6 ESTRATÉGIAS PREVENTIVAS CONTRA DOENÇAS METABÓLICAS.....	17
5.0 CONCLUSÃO	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

1. INTRODUÇÃO

A pecuária leiteira no Brasil é caracterizada por uma ampla diversidade de sistemas produtivos, abrangendo desde pequenas propriedades familiares, que utilizam métodos tradicionais, até grandes fazendas que adotam práticas modernas e tecnificadas. Em 2022, a produção nacional de leite foi estimada em aproximadamente 34,7 bilhões de litros, refletindo a relevância do setor no contexto agropecuário nacional e sua adaptação a diferentes condições regionais e tecnológicas. (Eurich; Neto; Rocha 2016).

A nutrição configura-se como um dos fatores primordiais que influenciam a produção de leite bovino e o desempenho reprodutivo dos animais, impactando diretamente a taxa de concepção, o desenvolvimento embrionário das bezerras e o peso das fêmeas bovinas (Maggioni, 2008). Os minerais, assim como proteínas, carboidratos e lipídios, são essenciais para o funcionamento adequado dos organismos, atuando desde funções celulares e teciduais até processos estruturais, fisiológicos, metabólicos e regulatórios (Souza, 2014). Tanto os macronutrientes (cálcio, fósforo, potássio, sódio e magnésio) quanto os micronutrientes (ferro, zinco, cobre, manganês, iodo e selênio) são importantes na formação óssea, na transmissão nervosa e no equilíbrio ácido-base, além de serem indispensáveis na síntese de hemoglobina, na função imunológica e na proteção antioxidante (Maggioni, 2008).

Os bovinos criados em sistemas de pastagem adquirem esses minerais através das plantas forrageiras, que absorvem os elementos presentes no solo. A concentração de minerais nas forrageiras varia conforme a espécie vegetal, a composição mineral do solo, o tipo de solo e as formas químicas dos elementos nele contidos (Mendonça Júnior *et al.* 2011). Dada essa dependência dos minerais do solo, os bovinos estão particularmente vulneráveis aos problemas decorrentes de deficiências desses nutrientes, muitas vezes sendo incapazes de suprir suas necessidades de manutenção e produção (Tokarnia *et al.* 2000).

Todos os minerais essenciais desempenham um papel vital nos processos reprodutivos, influenciando o metabolismo, a manutenção e o crescimento. Deficiências nutricionais em momentos críticos podem provocar danos significativos, visto que a alteração na proporção de um mineral específico nas células ou tecidos pode acarretar problemas durante a puberdade, o parto e o pico de lactação (Peixoto, 2005).

Distúrbios metabólicos, frequentemente associados à deficiência de minerais, envolvem reações químicas essenciais à manutenção da vida e podem ser causados por desequilíbrios nutricionais, disfunções hormonais ou falhas em órgãos vitais (Ortolani, 2014). Em ruminantes, esses distúrbios são especialmente prevalentes devido às complexidades do

sistema digestivo e às demandas específicas durante períodos críticos, como parto e início da lactação (Oliveira; da Silva, 2023). Entre os distúrbios mais comuns destacam-se a cetose, caracterizada pela presença de corpos cetônicos e frequentemente observada no período de transição (Primieri; Barboza, 2021); o apetite depravado, resultante da deficiência de micronutrientes como cobalto, fósforo e magnésio (Pessoa *et al.* 2017); e a hipocalcemia, marcada por níveis reduzidos de cálcio no sangue, frequente em vacas leiteiras no peri-parto, podendo levar a fraqueza muscular e colapso circulatório em casos graves (Oliveira; da Silva, 2023).

Distúrbios como cetose, apetite depravado e hipocalcemia podem manifestar-se em uma gama de sintomas, que vão desde a diminuição da produção de leite até situações extremas, como prostração e morte (Primieri; Barboza, 2021). Ademais, esses distúrbios frequentemente requerem intervenções veterinárias e manejo intensivo, elevando os custos operacionais e reduzindo a eficiência produtiva. Portanto, a prevenção é fundamental para garantir a saúde e a produtividade dos ruminantes. Entre as estratégias preventivas destacam-se o manejo nutricional adequado, o monitoramento contínuo da saúde dos animais, a suplementação mineral e a capacitação dos produtores sobre práticas de manejo apropriadas (Oliveira; da Silva, 2023).

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Destacar a relevância da mineralização na bovinocultura leiteira e seus impactos nas doenças metabólicas, produtividade e economia.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Mencionar os impactos metabólicos decorrentes da deficiência de mineral em bovinos leiteiros.
- Descrever os impactos produtivos e econômicos decorrentes da deficiência de mineral na pecuária leiteira.
- Relatar estratégias de prevenção para otimizar a nutrição mineral e melhorar o desempenho produtivo dos bovinos.

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Trata-se de uma pesquisa bibliográfica, do tipo revisão integrativa de literatura, objetivando sintetizar e analisar as evidências disponíveis sobre um determinado tema. Foram realizados buscas sistemáticas, seleção e análise de artigos científicos relevantes, que foram utilizados para fornecer uma visão abrangente e atualizada sobre o assunto.

3.2 COLETA DE DADOS

Para responder à pergunta norteadora "Quais são as evidências científicas disponíveis sobre a importância da mineralização na prevenção de doenças metabólicas em bovinos?", realizou-se uma busca de artigos científicos publicados no período de 1995 a 2024 nas seguintes bases de dados, sendo elas: Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), Scientific Electronic Library Online (Scielo), National Library of Medicine (PubMed) e Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Os Descritores em Ciências da Saúde (DeCs) utilizados foram: "Mineral Deficiency", "Animal Nutrition Sciences", "Animal Nutritional Physiological Phenomena" e "Metabolic Diseases", os quais foram associados com os operadores *booleanos* "AND" e "OR".

3.3 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

Adotaram-se como critérios de inclusão: a) artigos publicados entre 1995 e 2024; b) pesquisas relacionadas a mineralização e distúrbios metabólicos em bovinos; c) idioma em português e inglês; d) artigos completos (pagos e gratuitos); e) livros; f) sites.

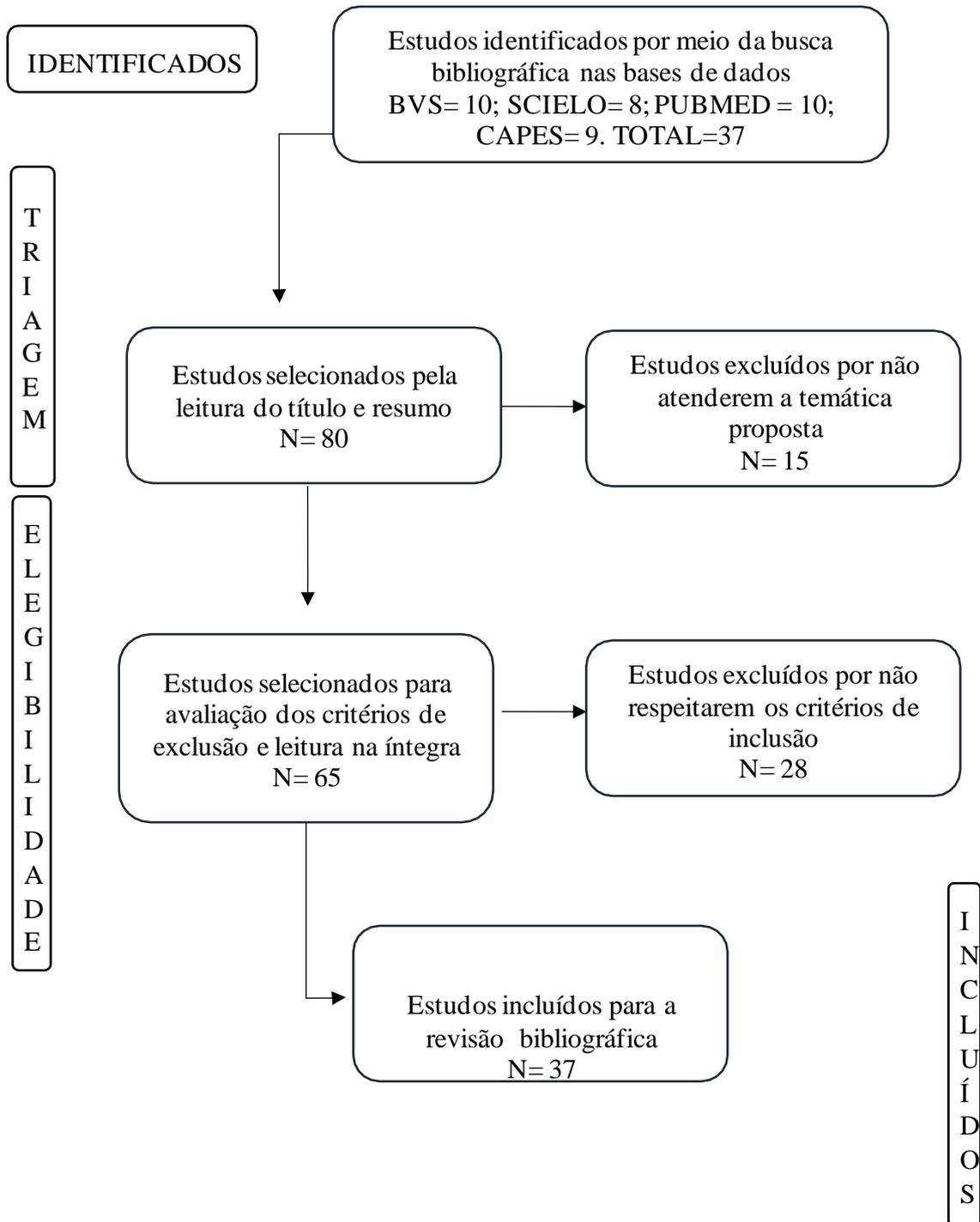
Excluíram-se: a) artigos que não abordaram os critérios de inclusão acima; b) artigos não relevantes com o assunto desta pesquisa; d) artigos publicados em uma língua que não seja português ou inglês; e) artigos sem o texto completo.

3.4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO

Foram identificados 80 estudos nas bases acima explicitadas. Estes passaram então por processo de verificação e análise, conforme apresentado na Figura 1. Os artigos passaram por um processo inicial de verificação e triagem, primeiramente através da leitura e a análise dos títulos e posteriormente dos resumos, excluindo-se artigos que não atenderam à proposta deste estudo, resultando em 80 artigos e livros. Posteriormente, tais literaturas selecionados foram

lidas na íntegra e confrontados com os critérios de inclusão e exclusão, permanecendo apenas 37 para compor esta revisão.

Figura 1- Fluxograma de artigos incluídos na revisão.



Fonte: Lemos, 2024.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 FISIOLOGIA DA MINERAÇÃO ÓSSEA E METABOLISMO MINERAL

Os minerais desempenham papéis essenciais na fisiologia dos bovinos de leite, influenciando diretamente sua saúde e desempenho produtivo. Cálcio e fósforo são fundamentais para a formação óssea e dentária, além de participarem de processos como a contração muscular e a coagulação sanguínea (Wilken *et al.* 2020; Block, 2004).

O organismo do bovino contém aproximadamente 50 elementos minerais distintos, no entanto, apenas cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), enxofre (S), sódio (Na), cloro (Cl), magnésio (Mg), zinco (Zn), cobre (Cu), cobalto (Co), iodo (I), selênio (Se), ferro (Fe) e manganês (Mn) são reconhecidos como essenciais. Contudo, também têm sido reconhecidos como essenciais os elementos minerais flúor, molibdênio, cromo, níquel, vanádio e silício. Alguns desses minerais são necessários em quantidades maiores, mas todos são imprescindíveis para completar o ciclo de vida do animal (Tokarnia *et al.* 2000).

A interação balanceada entre esses minerais é crucial para prevenir distúrbios metabólicos como a hipocalcemia pós-parto, que pode afetar negativamente a produção e a saúde das vacas leiteiras como magnésio, potássio, ferro, zinco, cálcio e fósforo (Block, 2004).

Tabela 1. Características dos principais minerais utilizados na alimentação animal.

MINERAL	FUNÇÃO PRINCIPAL	PROBLEMAS ASSOCIADOS À DEFICIÊNCIA	REFERÊNCIA
Cálcio	Manutenção de ossos e dentes; contração muscular; transmissão nervosa; coagulação sanguínea.	Hipocalcemia, fraqueza muscular, colapso circulatório.	Wilken <i>et al.</i> (2020); Block (2004).
Cobre	Cofator em vias metabólicas; síntese de proteínas e defesa antioxidante.	Prejuízo na imunidade e eficiência produtiva.	Spears (2003).
Ferro	Transporte de oxigênio através da hemoglobina.	Redução da imunidade	Spears (2003).

		desempenho reprodutivo.	
Fósforo	Estruturação óssea; manutenção do equilíbrio energético celular.	Hipocalcemia e comprometimento do metabolismo energético.	Wilken <i>et al.</i> (2020); Block (2004).
Magnésio	Essencial para função muscular e transmissão de impulsos nervosos.	Tetania, especialmente durante lactação intensa.	Goff (2008).
Potássio	Regulação do equilíbrio hídrico, osmótico e ácido-base; função muscular.	Distúrbios eletrolíticos em estresse térmico ou alta produção de leite.	Reinhardt e Lippolis (2009).
Sódio	Regulação do equilíbrio hídrico e osmótico; função muscular; equilíbrio ácido-base.	Comprometimento da função muscular e homeostase.	Reinhardt e Lippolis (2009).
Zinco	Síntese de proteínas e defesa antioxidante.	Prejuízo na imunidade e eficiência produtiva.	Spears (2003).

Fonte: Autor

Um elemento mineral é classificado como essencial quando sua ausência resulta em diminuição do desempenho e da saúde do animal. A carência de minerais essenciais nos animais pode ocasionar uma série de desequilíbrios orgânicos, como redução na produção de carne e leite, baixa taxa reprodutiva, crescimento prejudicado, ocorrência de abortos, fraturas e diminuição da resistência (Silveira, 2017).

Os ruminantes possuem um sistema digestivo adaptado para a fermentação de fibras, com quatro compartimentos: rúmen, retículo, omaso e abomaso. Conforme Perez *et al.* (2024), “o rúmen funciona como um grande tanque de fermentação anaeróbica, onde microrganismos decompõem celulose e outros carboidratos complexos em ácidos graxos voláteis (AGVs), que são a principal fonte

de energia para o animal.” Por outro lado, monogástricos, como suínos, têm um sistema digestivo mais simples, com um estômago de câmara única. Conforme destaca Duffield *et al.* (2009), “o estômago dos monogástricos realiza uma digestão predominantemente enzimática e ácida, sem a capacidade de fermentar fibras de forma eficiente”.

Essas diferenças são cruciais para determinar a dieta de cada grupo. Como observado por Peixoto *et al.* (2005), os ruminantes necessitam de uma alimentação predominantemente composta por forragens, enquanto monogástricos apresentam maior adaptação a dietas concentradas e de fácil digestão. Esse entendimento reforça a relevância de se considerar os processos fisiológicos para melhorar o manejo nutricional.

No entanto, os níveis de garantia energética, proteica e mineral das pastagens podem diminuir significativamente devido à sazonalidade, dependendo da época do ano. Isso pode impactar negativamente o desempenho dos animais, tornando necessária a suplementação mineral para garantir seu rendimento adequado (Paulino *et al.* 2004).

A absorção de elementos minerais, juntamente com o seu transporte, armazenamento e excreção, são partes de um sistema dinâmico que mantém o consumo alimentar normal e resulta na homeostase. Esta variação é parcialmente determinada pelas necessidades dos animais, idade e estado fisiológico. Em relação a certos minerais como Cu e Fe, a absorção pode ser limitada devido à baixa solubilidade no ambiente anaeróbico do rúmen (Mendonça Júnior *et al.* 2011).

De acordo com Cosmo e Galeriani (2020), o sistema digestivo dos animais apresenta diferentes níveis de especialização, conforme o ambiente em que se encontram e os tipos de alimentos disponíveis. A absorção digestiva corresponde à transferência de substâncias do ambiente externo para o interior do organismo, ocorrendo principalmente pela mucosa intestinal para os sistemas sanguíneo e linfático. A maior parte da digestão e absorção acontece no intestino delgado. Os mesmos autores afirmam que nos animais poligástricos, embora a absorção também ocorra no rúmen retículo e omaso o intestino delgado proporciona as condições mais favoráveis para esse processo.

4.2 PRINCÍPIO DA MINERALIZAÇÃO

Quando há a necessidade de suplementar o rebanho, é essencial estabelecer critérios adequados, como o dimensionamento adequado do cocho e a escolha de locais estratégicos para otimizar o desempenho do gado. Geralmente, a suplementação mineral é oferecida em cochos cobertos, a fim de evitar a entrada de água, e posicionados em áreas estratégicas do pasto, próximos a fontes de água e sombra. Além disso, a mistura mineral deve ser disponibilizada à vontade para os animais (Silveira, 2017).

Oferecer minerais à vontade para o rebanho é uma estratégia crucial para evitar a sub-suplementação. No entanto, alguns produtores cometem erros no dimensionamento dos cochos em relação à quantidade de animais do rebanho, o que pode afetar o consumo ideal, especialmente entre os animais confinados. Isso ocorre devido à hierarquia estabelecida no rebanho, que leva em consideração a idade, o gênero e os diferentes pesos dos animais (Peixoto *et al.* 2005).

O espaço mínimo recomendado por cabeça nos cochos para suplementação convencional é de 4 a 8 cm lineares por animal, conforme destacado por Peixoto *et al.* (2005). De acordo com Silveira (2017), A altura do cocho deve ser ajustada conforme a categoria dos animais no pasto. Recomenda-se que o cocho tenha uma altura de 50 a 60 cm para vacas com cria ao pé, de 70 a 80 cm para animais em fase de recria, e de 100 cm para animais em engorda.

De acordo com Peixoto *et al.* (2005), O fornecimento de mineral ao rebanho é uma estratégia para prevenir a insuficiência de suplementação mineral, essencial para atender às necessidades nutricionais dos animais; no entanto, erros como a inadequação do tamanho do cocho em relação à quantidade de animais podem comprometer o consumo ideal, especialmente entre os confinados, devido à hierarquia estabelecida no rebanho, baseada na idade, gênero e peso dos animais. Os mesmos autores afirmam que o espaço do cocho é influenciado pelo nível tecnológico do suplemento mineral, e sua altura também interfere no consumo, já que cochos no chão facilitam o pisoteio, a urinação e a defecação, inviabilizando a ingestão da mistura mineral. A altura deve ser ajustada conforme a categoria animal, variando de 50 a 100 cm do solo. Além disso, é fundamental calcular a quantidade correta da mistura mineral para garantir que todos os animais tenham acesso suficiente e evitar diluições inadequadas que contrariem as recomendações do fabricante e as necessidades do rebanho.

4.3 DISTÚRBIOS METABÓLICOS

Segundo Duffield *et al.* (2009), os distúrbios metabólicos, como cetose, hipocalcemia e apetite depravado, representam desafios significativos para a saúde e produtividade de ruminantes, frequentemente associados a mudanças na dieta e manejo. O mesmo autor enfatiza que a cetose, em particular, é comum em vacas leiteiras no pós-parto, quando o balanço energético negativo, devido à alta demanda de energia para a produção de leite, leva à mobilização excessiva de gordura corporal e ao acúmulo de corpos cetônicos no sangue. Essa condição pode ser subclínica ou clínica, com sintomas como inapetência e depressão, podendo

evoluir para casos graves, como coma. Sua prevenção e manejo incluem estratégias nutricionais e cuidados com o estresse durante a transição de lactação.

A hipocalcemia puerperal em vacas leiteiras, também conhecida como febre do leite, ocorre principalmente durante o período de transição, que engloba as semanas finais da gestação até o início da lactação. Nesse período, a demanda por cálcio no organismo aumenta devido à produção de colostro e leite, frequentemente ultrapassando a capacidade de reposição por meio do osso ou da dieta. Isso resulta em baixos níveis de cálcio no sangue, comprometendo a contração muscular e levando a sintomas como fraqueza, tremores e, em casos graves, paralisia. Estratégias preventivas incluem o manejo adequado da dieta pré-parto, como o uso de dietas aniônicas e suplementação de cálcio, que auxiliam na mobilização eficiente do mineral e no equilíbrio metabólico da vaca (Santos 2023).

Segundo Pessoa *et al.* (2017), a ingestão de corpos estranhos, tais como cascalho, areia, objetos metálicos, entre outros, denomina-se alotriofagia. Conhecida também como apetite depravado, geralmente, esta ingestão ocorre em decorrência de uma deficiência de micronutrientes na dieta, como por exemplo cobalto, fósforo e magnésio. De acordo com Alvarenga (2003), ocorre com maior frequência em vacas que apresentam necessidades nutricionais elevadas devido à gestação e lactação. Sendo que o primeiro sinal relacionado à deficiência de minerais é o apetite depravado, com início no hábito de ingerir terra. Os animais afetados também podem lambeir madeira e o suor de outros animais.

4.4 IMPACTOS ECONÔMICOS

A cetose subclínica é apontada como uma das principais responsáveis pelas perdas econômicas em rebanhos, especialmente em sistemas onde o monitoramento dos corpos cetônicos nas vacas não é realizado. O aumento desses corpos cetônicos pode resultar em uma redução na produção de leite, variando de 1 a 1,4 kg por dia, o que representa até 233 kg a menos nos primeiros 100 dias de lactação (Primieri; Barboza, 2021).

A hipocalcemia é uma enfermidade de relevância econômica, pois sua alta ocorrência em vacas leiteiras gera significativos prejuízos financeiros devido à queda na produtividade e aos gastos com a assistência veterinária. Segundo Oetzel e Miller (2012), a hipocalcemia subclínica afeta cerca de 50% das vacas e reduz a vida reprodutiva da fêmea em três a quatro anos.

4.5 ABORDAGENS TERAPÊUTICAS E PREVENTIVAS

As abordagens terapêuticas e preventivas relativas à importância da mineralização

desempenham um papel crucial na prevenção de doenças metabólicas em animais. A mineralização adequada é essencial para o funcionamento saudável do metabolismo, garantindo o equilíbrio eletrolítico e a função adequada de muitos processos fisiológicos (Gałęska, 2022).

Embora não haja uma predisposição genética direta para o desenvolvimento de transtornos, é observado que os bovinos de raças zebuínas podem ser mais suscetíveis à acidose, especialmente quando alimentados com dietas ricas em concentrados. Isso ocorre devido ao aumento mais rápido nos níveis de lactato no sangue, em comparação com as raças taurinas (Minervino e Ortolani, 2021).

Uma adequada mineralização na dieta dos animais é fundamental para prevenir uma variedade de doenças metabólicas e promover a saúde geral do rebanho, pois uma nutrição equilibrada deve levar em consideração as necessidades específicas de minerais de cada espécie, visando garantir o bem-estar e o desempenho ótimo dos animais (Dias *et al.* 2020).

As doenças metabólicas representam um grande desafio para a bovinocultura leiteira, acarretando custos significativos com tratamento, queda na produção de leite, descarte prematuro de animais e aumento da mortalidade. Além disso, essas enfermidades impactam negativamente a eficiência reprodutiva dos bovinos leiteiros, resultando em queda nas taxas de concepção, atraso na primeira ovulação, prolongamento do período entre o parto e o primeiro serviço, comprometimento do desenvolvimento embrionário e aumento dos riscos de distocia e retenção de placenta. (LeBlanc, 2012).

É importante ressaltar que, muitas vezes, os produtores não estão cientes da relação entre esses problemas e as doenças metabólicas. Portanto, medidas de manejo e nutrição devem ser implementadas para minimizar o desequilíbrio energético no pós-parto e, conseqüentemente, reduzir a incidência dessas doenças nos rebanhos. (Dann *et al.* 2021).

A utilização de alimentos concentrados na fase de terminação dos animais é uma prática eficaz para melhorar a qualidade da carcaça. Contudo, quando essa prática não é acompanhada de uma adaptação adequada para os animais, pode ocasionar distúrbios metabólicos. Esses distúrbios comprometem o bem-estar dos animais e geram perdas financeiras para os produtores (Fonseca *et al.*, 2021).

4.6 ESTRATÉGIAS PREVENTIVAS CONTRA DOENÇAS METABÓLICAS

As doenças metabólicas representam desafios significativos para a produção de ruminantes, afetando tanto o bem-estar animal quanto a rentabilidade dos sistemas de criação. Essas enfermidades podem ser evitadas por meio de uma nutrição balanceada, que atenda às necessidades metabólicas dos animais. Um exemplo comum é a acidose ruminal, uma desordem

associada ao consumo excessivo de carboidratos de rápida fermentação, como os encontrados em grãos. Para prevenir essa condição, é essencial adotar práticas nutricionais que incluam a transição gradual de dietas com alto teor de fibras para aquelas com maior concentração de carboidratos, garantindo a adaptação metabólica dos animais e reduzindo os riscos associados. (Duffield *et al.* 2009).

Suplementação com protozoários também emergiu como uma abordagem promissora para mitigar doenças metabólicas em ruminantes. Protozoários no rúmen contribuem para a estabilização do pH ruminal, ajudando na digestão eficiente de carboidratos e na prevenção da acidose (Newbold *et al.* 2015).

Além disso, a gestão do estresse é crucial para a prevenção de doenças metabólicas em rebanhos leiteiros. Mudanças bruscas no ambiente, como transporte ou mudança de dieta, podem desencadear cetose e lipidose hepática em vacas leiteiras. Estratégias para minimizar o estresse incluem o manejo cuidadoso durante períodos críticos, como o pós-parto (Oetzel, 2004). Diante disto, a dieta aniônica surge como alternativa fundamental para vacas leiteiras, especialmente no período pré-parto, devido a seu papel crucial na prevenção de distúrbios metabólicos. O mecanismo de ação de uma dieta aniônica envolve a indução de uma leve acidose metabólica ao fornecer uma alta quantidade de ânions ao animal. Segundo Cavalieri & Santos (2021), o metabolismo do animal sempre busca manter a neutralidade elétrica.

A dieta aniônica é uma estratégia nutricional utilizada principalmente em vacas leiteiras no período pré-parto para prevenir distúrbios metabólicos, como a hipocalcemia. Ela consiste na manipulação do balanço catiônico-aniônico da dieta, que pode ser ajustada para aumentar a concentração de ânions, como cloreto e sulfato, e reduzir a de cátions, como potássio e sódio. Essa modificação na dieta resulta em uma acidose controlada, o que estimula a reabsorção óssea de cálcio, aumenta a absorção intestinal desse mineral e reduz sua excreção urinária, melhorando o status de cálcio no pós-parto (Santos *et al.* 2011; Oetzel, 2012).

Monitoramento regular e intervenção precoce são práticas essenciais para prevenir doenças metabólicas em ruminantes. A implementação de programas de monitoramento metabólico, incluindo testes sanguíneos para avaliar os níveis de glicose e cetona, permite uma intervenção precoce antes que as condições se agravem (Oetzel, 2012).

Finalmente, a utilização de aditivos alimentares demonstrou eficácia na prevenção de doenças metabólicas em bovinos. Aditivos como monensina e propilenoglicol têm sido usados para melhorar a eficiência da fermentação ruminal e apoiar o metabolismo lipídico durante períodos de desafio metabólico (Nocek, 1997). De acordo com Bach *et al.* (2008), a dose usual para vacas leiteiras é de 200 a 400 mg por dia, dependendo da formulação do produto e dos

objetivos nutricionais. E de de propilenoglicol é de 300 a 500 mL por dia, para vacas em início de lactação ou em risco de cetose (Santos *et al.* 2014; Grummer, 1995)

5 CONCLUSÃO

A mineralização adequada dos rebanhos leiteiros é fundamental para assegurar a saúde e o desempenho produtivo dos animais. Este estudo evidenciou que a deficiência de minerais está entre os principais fatores que desencadeiam distúrbios metabólicos, como cetose, apetite depravado e hipocalcemia, os quais prejudicam tanto a produtividade quanto a viabilidade econômica das propriedades rurais.

Além de reduzir a produção de leite, essas deficiências geram custos elevados com intervenções veterinárias e manejos intensivos, afetando diretamente a rentabilidade do setor. A suplementação mineral, quando planejada de acordo com as necessidades específicas do rebanho, desempenha um papel crucial na prevenção de doenças metabólicas, contribuindo para o bem-estar animal e a sustentabilidade da pecuária leiteira.

Nesse contexto, a conscientização e capacitação dos produtores sobre a importância do manejo nutricional e a adoção de práticas preventivas tornam-se pilares essenciais para o fortalecimento da cadeia produtiva. Investir em estratégias adequadas de suplementação mineral e no monitoramento contínuo da saúde animal é indispensável para enfrentar os desafios do setor, promovendo maior eficiência produtiva e competitividade no mercado.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA; ALVES. A importância da suplementação mineral na nutrição de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 7, p. 1982-1988, 2003. DOI: 10.1590/S1413-95962003000700007.

BACH, A. *et al.* Effect of ionophores on milk production and feed efficiency in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 91, n. 3, p. 1454-1460, 2008. DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.2013.13216>.

BLOCK, E. Manipulating dietary anions and cations for prepartum dairy cows to reduce incidence of milk fever. **Journal of Dairy Science**, v. 87, n. 9, p. 3162-3174, 2004. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73446-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73446-9).

CAVALIERI, F. L. B.; SANTOS, G. T. Balanço catiônico-aniônico em vacas leiteiras no pré-parto. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 11, p. 178, 2021. DOI: <http://www.nupel.uem.br/balanco.pdf>.

COSMO; GALERIANI. Minerais na alimentação animal. **Revista Agronomia Brasileira**, v. 4, n. 1, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.29372/rab202011>.

DANN, H. M. *et al.* Nutritional strategies to prevent metabolic diseases in dairy cows: Recent advances and future perspectives. **Journal of Dairy Science**, v. 104, n. 5, p. 5417-5432, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19422>

DIAS, R. S. *et al.* Mineral nutrition of ruminants: Recent advances and future perspectives. **Journal of Animal Science**, v. 98, n. 10, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1093/jdsci/29.10.3450>.

DUFFIELD, T. *et al.* Metabolic diseases in dairy cattle: Epidemiology and impacts on performance. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 25, n. 1, p. 231-247, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2008.12.005>.

EURICH; NETO; ROCHA. Pecuária leiteira em uma colônia de agricultores familiares no município de Palmeira, Paraná. **Revista Ceres**, v. 63, n. 4, p. 454-460, 2016. DOI: 10.1590/0034-737X201663040004.

FONSECA, V. G. L. *et al.* Strategic administration of an appeasing substance to improve performance and physiological responses of *Bos indicus* feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 99, n. 11, p. skab322, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1093/jas/skab322>.

GAŁEŚKA, *et al.* Reproductive consequences of electrolyte disturbances domestic animals. **Biology**, v. 11, n. 7, p. 1006, 2022. DOI: 10.3390/biology11071006.

GOFF, J. P. Mineral absorption mechanisms in the ruminant gastrointestinal tract. **Journal of Dairy Science**, v. 91, n. 7, p. 2570-2580, 2008. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13112>

GRUMMER, R. R. Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the lactating dairy cow. **Journal of Dairy Science**, v. 78, n. 4, p. 862-870, 1995. DOI: <https://doi.org/10.2527/1995.73928x>

LEBLANC, S. J. A J. Interactions of metabolism, inflammation, and reproductive tract health in the postpartum period in dairy cattle. **Reprodução em animais domésticos**, v. 47, p. 18-30, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2012.02109.x>

- MAGGIONI. Efeito da nutrição sobre a reprodução de ruminantes: uma revisão. **PUBVET**, v. 2, n. 11, p. 1982-1263, 2008. DOI: <http://www.pubvet.com.br/texto.php?id=174>
- MENDONÇA, J. A. F. *et al.* Minerais: importância de uso na dieta de ruminantes. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 7, n. 1, p. 01-13, 2011. DOI: <https://doi.org/10.30969/acsa.v7i1.97>.
- MINERVINO, A. H. H.; ORTOLANI, E. L. Subacute Ruminant Acidosis in Zebu Cattle: Clinical and Behavioral Aspects. **Animals**, v. 11, n. 1, p. 21, 2021. DOI: <https://dx.doi.org/10.3390/ani11010021>.
- NEWBOLD, C. J. *et al.* The role of ciliate protozoa in the rumen. **Frontiers in Microbiology**, v. 6, p. 1313, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fmicb.2015.01313>.
- NOCEK, J. E. Bovine acidosis: implications on laminitis. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 5, p. 1005-1028, 1997. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(97\)76026-0](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(97)76026-0).
- OETZEL, G. R. Monitoring and testing dairy herds for metabolic disease. **Journal of Dairy Science**, v. 87, suppl. 1, p. E117-E126, 2004. DOI: [10.3168/jds.S0022-0302\(04\)70066-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)70066-1).
- OETZEL, G. R.; MILLER, B. E. Effect of oral calcium bolus supplementation on early-lactation health and milk yield in commercial dairy herds. **Jornal de Ciência dos Laticínios**, v. 95, n. 12, p. 7051-7065, 2012. DOI: [https://doi.org/10.3168\(Tradução\)/jds\(em br\). 2012 \(12\)-5510](https://doi.org/10.3168(Tradução)/jds(em%20br).2012(12)-5510)
- OLIVEIRA; SILVA; OLIVEIRA. Dieta aniônica na prevenção de hipocalcemia em vacas leiteiras. **JNT Facit Revista de Negócios e Tecnologia**, v. 42, n. 1, p. 219-237, 2023. DOI: <http://revistas.faculadefacit.edu.br>
- ORTOLANI, E. L. Distúrbios Metabólicos em Ruminantes. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 08, n. 4, p. 157-186, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20140141>
- PAULINO, M. F. *et al.* Suplementação de bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. **Simpósio de produção de gado de corte**, v. 4, n. 2004, p. 93-139, 2004. DOI: <https://11nq.com/m7vNx>
- PEIXOTO, *et al.* Princípios de suplementação mineral em ruminantes. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 25, p. 195-200, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2005000300011>
- PEREZ, G. *et al.* Understanding rumen microbiology: an overview. **Encyclopedia (e)**, v. 4, n. 1, p. 148-157, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/encyclopedia4010013>
- PESSOA, *et al.* Sablose em bovino no estado do Rio Grande do Sul: relato de caso. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v. 15, p. 445-446, 2017. DOI: <https://10.7213/academica.15.S02.2017.222>
- PRIMIERY; BARBOZA. Cetose em vacas leiteiras: incidência subclínica da doença. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária FAG**, v. 4, n. 1, 2021. DOI: <https://doi.org/10.36440/recmvz.v4i1.38359>
- REINHARDT; LIPPOLIS. Bovine milk fat globule membrane proteome. **Jornal de Pesquisa de Laticínios**, v. 73, n. 4, p. 406-416, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0022029906001889>
- SANTOS, R. F. Uso de dieta aniônica para prevenção da hipocalcemia puerperal em vacas leiteiras – revisão de literatura. **Revista Multidisciplinar em Saúde**, v. 4, n. 4, 2023. DOI: [10.51161/convet2023/21626](https://doi.org/10.51161/convet2023/21626)

SANTOS. *et al.* Parturition dietary cation-anion difference and its effects on calcium homeostasis in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 10, p. 5102-5111, 2011. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4487>

SANTOS. *et al.* Review: metabolic diseases in dairy cows and their impact on dairy herd productivity. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 7, p. 4324-4337, 2014. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7462>

SILVEIRA. Suplementação mineral para bovinos. **Pubvet**, v. 11, n. 5, p. 489–500, 2017. DOI: <https://doi.org/10.22256/PUBVET.V11N5.489-500>.

SOUZA, *et al.* Avaliação do uso de feromônio sintético em felinos domésticos durante exames clínicos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 34, n. 3, p. 287-290, 2014. DOI: 10.1590/S0100-736X2014000300008.

SPEARS. Trace mineral bioavailability in ruminants. **Journal of Nutrition**, v. 133, n. 5, supl. 1, p. 1506S-1509S, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1093/jn/133.5.1506S>

TOKARNIA; DÖBEREINER; PEIXOTO. Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos em regime de campo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 20, n. 3, p. 127-138, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2000000300007>

WILKEN. *Et al.* Symposium review: Transition cow calcium homeostasis—Health effects of hypocalcemia and strategies for prevention. **Journal of Dairy Science**, v. 103, n. 3, p. 2909-2927, 2020. DOI: 10.3168/jds.2019-17268.