

Incidência e consequências de estados hipocalcémicos em bovinos de carne

Alexandra da Costa Lima Valente Tinoco

Enfermagem Veterinária

2023

Alexandra da Costa Lima Valente Tinoco

Incidência e consequências de estados hipocalcémicos em bovinos de carne

Relatório de estágio curricular do tipo I - Acompanhamento de processo, apresentado para obtenção do grau de licenciado em Enfermagem Veterinária conferido pelo Instituto Politécnico de Portalegre.

Orientador interno: Prof.^a Dr.^a. Laura Hernández Hurtado

Orientador Externo: Dr.^a. Ana Sofia Sousa

Arguente: Prof. Dr. Miguel da Gama Minas

Presidente do Júri: Prof. Dr. José Rato Nunes

Classificação: 18 valores

Escola Superior Agrária de Elvas

2023

Agradecimentos

“Dotôooraa!” “Mas eu não sou doutora!” “Mas éei!”

(J. F., Urrea, 2022)

Em primeiro lugar, quero agradecer à minha mãe por me ter colocado neste mundo incrivelmente bom e mau, e por todo o carinho e apoio constantes nas minhas mais diversas escolhas académicas, o que me permitiu chegar onde estou hoje, orgulhosa e segura de mim mesma, independentemente do que o futuro me reserve.

Ao meu pai, obrigada por toda a valentia, coragem e capacidade de raciocínio inculcadas, e obrigada principalmente por me ensinares que sempre que caímos, a regra é levantar e ripostar de volta; que os valentes nunca sejam vencidos!

Às minhas *Tweenies*, imensamente agradecida por não serem as irmãs mais chatas do mundo, até vos aturo desde que saí de casa! Obrigada por serem as minhas confidentes e por poder contar convosco para tudo. “Brigada do terror para sempre ao serviço dos nossos caprichos!”

Ao *mê* alentejano, um obrigada não chega por me ensinares a viver a vida um dia de cada vez, por seres o melhor amigo e companheiro de vida que se podia ter, e pelos constantes ensinamentos da vida do campo. Obrigada, ainda, por seres a razão diária dos meus sorrisos e gargalhadas (e também do meu mau feitio), por toda a paciência deste universo para me aturares e principalmente por todo o apoio e amor infinito que me prestas. Amo-te!

À Stef, à Miana e à Magdá, milhões de obrigadas ao universo por termos sido colocadas precisamente no mesmo local, agradeço as risadas, os choros, a amizade e a companhia constante de esplanadas, saídas e estudos noturnos, e principalmente pelo vosso carinho que levo comigo para a vida.

À Dra. Ana Sofia Sousa, agradeço em primeiro lugar o facto de me ter aceitado como sua estagiária e pelas constantes oportunidades de aprendizagem e de “pôr as mãos na massa”. Muito obrigada pela confiança, pelo ambiente de trabalho fantástico, pelos conhecimentos transmitidos e pelos banhos de toalhitas quando as vacas decidem dar um duchinho de fezes à estagiária. Obrigada por tudo!

À professora Laura Hurtado, agradeço a sua empatia e disponibilidade para com os alunos. Obrigada também por todos os momentos divertidos, todas as oportunidades incríveis de aprendizagem e pelas famosas aulas em *portunhol* que tanto adoramos. Ao nível particular, agradeço a sua orientação e o seu interesse pela minha aprendizagem tanto teórica como prática. É, sem dúvida, uma professora incrível!

Ao professor Miguel Minas, quero agradecer a sua constante disponibilidade à *Xanabanana* nas mais diversas dúvidas e curiosidades relativamente aos animais de produção e equinos, bem como todos os ensinamentos teóricos e práticos adquiridos nas suas aulas, o que me permitiu estar ao nível requerido para a realização deste estágio.

Ao “pai” Rodrigo e à Carla, à Isabel e ao Gonçalo, à “avó” Tita e ainda aos meus “cunhados”, agradeço por me fazerem sentir em casa mesmo estando a quilómetros de distância dela. Obrigada pelo apoio, pelo entusiasmo, pelas experiências, pela cumplicidade e pela partilha nestes anos juntos. Agradeço do fundo do coração por me fazerem sentir como parte da família.

Agradeço ainda a todos os produtores do Distrito de Portalegre que tornaram o estudo apresentado neste relatório possível através da aprovação das colheitas e análises sanguíneas dos seus animais, e, ainda, pela sua constante disponibilidade e interesse no tema. Obrigada ainda por todos os petiscos pós-intervenções e pela vossa boa disposição!

Aos meus patudos pequenos, ao Lord, ao Zazu, ao Ragnar, à Ginja, ao Cisco, ao Tobias e à Pulga, agradeço a vossa companhia diária, a vossa fidelidade, o vosso amor incondicional e o vosso “voluntariado” na participação das mais diversas aulas e atividades.

À bicharada média e grande com cascos e cornos que infelizmente não são quantificáveis de enumerar aqui, agradeço por estar ainda inteira e numa única peça. Obrigada pela vossa colaboração nas mais diversas intervenções, mas agradeço principalmente pela falta dela, uma vez que é disso que se faz um bom profissional de espécies pecuárias: “quando há tôreda a gente vaquêaa!”.

Resumo

Os estados hipocalcêmicos, clínicos ou subclínicos, são uma patologia recorrente em bovinos de aptidão leiteira, com alto impacto económico e com importantes consequências clínicas. O período parturiente apresenta desafios à homeostasia cálcica do organismo bovino, uma vez que a transição do período seco para lactante mobiliza o cálcio sérico para a glândula mamária para a produção de leite. Este fenómeno, conhecido como hipocalcémia fisiológica, acomete todos os bovinos após o parto, sendo regulada posteriormente pelos mecanismos homeostáticos. No entanto, qualquer falha neste mecanismo pode levar ao desenvolvimento de estados hipocalcêmicos, sendo estes classificados em hipocalcémia subclínica (entre os 5.5 e os 8.0 mg/dL), e hipocalcémia clínica (menos de 5.5 mg/dL), sendo que as concentrações séricas de cálcio fisiológicas em bovinos se encontram entre os 8.0 e os 10 mg/dL. Apesar de os estados subclínicos se apresentarem maioritariamente assintomáticos, sendo apenas registadas perdas na produção e na *performance* reprodutiva, os estados clínicos apresentam sintomatologia neuromuscular que, se não tratada, poderá conduzir o animal à morte. A terapêutica para animais hipocalcêmicos consta da administração subcutânea (em casos subclínicos) ou intravenosa (em casos clínicos) de soluções à base de cálcio. Uma vez que existem diversos estudos sobre a incidência de estados hipocalcêmicos em bovinos leiteiros, sendo este um distúrbio que acomete principalmente animais desta aptidão, a autora achou, assim, relevante a realização de um estudo sobre a sua incidência em bovinos de carne, com o propósito de identificar animais desta aptidão acometidos. O presente relatório finaliza, assim, o estágio curricular realizado na NisaVet, com a duração de três meses, no qual a aluna recolheu um total de 273 amostras sanguíneas de 15 explorações de bovinos de carne, com a finalidade de identificar fêmeas em idade reprodutiva em estados hipocalcêmicos e evitar as suas consequências, e desenvolveu diversas atividades, adquirindo ainda competências práticas importantes para o seu futuro laboral.

Palavras-chave: hipocalcémia; bovinos de carne; incidência; consequências;
hipocalcémia subclínica; hipocalcémia clínica.

Abstract

Hypocalcemia, either clinical or subclinical, is a recurrent pathology in dairy cattle, with high economic impact and important clinical consequences. The parturient period challenges the calcium homostasis of the bovine organism, where the transition from the non-lactating period to the lactating period mobilizes serum calcium to the mammary gland for milk production. This phenomenon, known as physiological hypocalcemia, affects all cattle after parturition and is usually regulated by the homeostatic mechanisms. However, any failure in this mechanism can develop hypocalcemia, which is commonly classified as subclinical hypocalcemia (between 5.5 and 8.0 mg/dL), and clinical hypocalcemia (below 5.5 mg/dL), with physiologic calcium serum concentrations being regulated between 8.0 and 10.0 mg/dL in cattle. Although the subclinical state is mostly asymptomatic, with small losses in production and in reproductive performance being recorded, the clinical syndrome presents a neuromuscular symptomatology that, if not treated, could lead the animal to death. Therapy for hypocalcemic animals consists in subcutaneous administration (in subclinical cases) or intravenous administration (in clinical cases) of calcium-based solutions. Since there are several studies on the incidence of hypocalcemia in dairy cattle, with this being a disorder that mainly affects animals of this aptitude, the author found it relevant to conduct a study on its incidence in beef cattle, with the purpose of identifying affected animals of this aptitude. This report ends the curricular internship carried out at NisaVet, lasting three months, in which the student collected a total of 273 blood samples from 15 beef cattle farms, with the aim of identifying animals in hypocalcemic states and determinate its main consequences, and developed many activities, and also acquiring important practical skills for her future career.

Key words: hypocalcemia; beef cattle; incidence; consequences; subclinical hypocalcemia; clinical hypocalcemia.

Abreviaturas, Siglas e Acrónimos

BEN - Balanço energético negativo

bpm - Batimentos por minuto

Ca - Cálcio

Ca²⁺ - Cálcio ionizado

CC - Condição corporal

CT - Calcitonina

d - Dia(s)

DA - Displasia de abomaso

DCAD - Diferença catiónica-aniónica dietética

dl - Decilitro(s)

FEC - Fluido extracelular

FIC - Fluido intracelular

g - Gramas

HC - Hipocalcémia clínica

HSC - Hipocalcémia subclínica

IM - Intramuscular

IU - Inércia uterina

IV - Intravenosa

K - Potássio

Kg - Quilograma(s)

MF - Membranas fetais

mg - Miligrama(s)

ml - Mililitro(s)

Na - Sódio

P - Fósforo

pH - Potencial de hidrogénio

PISA - Programa Informático de Saúde Animal

PO - *Per-os* (via oral)

PTH - Paratormona

PU - Prolapso uterino

RP - Retenção placentária

SC - Subcutânea

SIAC - Sistema de Informação de Animais de Companhia

SNIRA - Sistema Nacional de Informação e Registo Animal

TE - Tetania da erva

Índice Geral

Agradecimentos.....	i
Resumo.....	iii
Abstract.....	iv
Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	v
Índice Geral.....	vii
Índice de Figuras	ix
1. Introdução e Objetivos.....	1
1.1. Introdução.....	1
1.2. Objetivos	2
2. Hipocalcemia em bovinos de aptidão cárnica	3
2.1. Homeostase cálcica	4
2.1.1. Paratormona	6
2.1.2. Calcitriol	7
2.1.3. Calcitonina	8
2.2. Hipocalcemia subclínica VS clínica	9
2.2.1. Etiologia da hipocalcemia	11
2.2.2. Quadro clínico	12
2.2.3. Diagnóstico definitivo e diferencial	14
2.2.4. Fatores de risco, prevenção e tratamento	16
2.2.4.1. Maneio nutricional	17
2.2.4.2. Tratamento farmacológico	20
2.3. Principais patologias derivadas de estados hipocalcêmicos	22
2.3.1. Distócia materna / Inércia uterina	23
2.3.2. Retenção placentária	24
2.3.3. Displasia de abomaso	25
2.3.4. Prolapso uterino	25

2.3.5. Cetose	26
2.3.6. Doenças infecciosas	27
2.3.6.1. Mastite	27
3. Descrição das atividades desenvolvidas	29
3.1. Local de estágio	29
3.2. Atividades desenvolvidas	29
3.3. Casuística	31
3.4. Estudo da incidência de estados hipocalcémicos em bovinos de carne	32
3.4.1. Materiais e métodos	32
3.4.2. Resultados	33
3.5. Casos clínicos	34
4. Análise Crítica e Propostas de Melhoria.....	37
4.1. Análise crítica	37
4.1.1. Análise crítica do tema	37
4.1.2. Análise crítica do estudo	38
4.1.3. Análise crítica do estágio	39
4.2. Propostas de melhoria	40
5. Considerações Finais e Perspetivas Futuras.....	42
5.1. Considerações Finais	42
5.2. Perspetivas Futuras	44
6. Bibliografia	45

Índice de Figuras

Figura 1: Distribuição do Ca total do organismo. Fonte: Adaptado de <i>Disorders of calcium, phosphorus and magnesium metabolism</i> , 2008.....	4
Figura 2: Mecanismo de homeostasia do cálcio. Fonte: <i>Disorders of calcium: hypercalcemia and hypocalcemia</i> , 2006	5
Figura 3: Esquema representativo da síntese de calcitriol. Fonte: Adaptado de <i>Focus on 1,25-dihydroxyvitamin D3 in the peripheral nervous system</i> , 2019.....	7
Figura 4: Comparação plasmática em mg/dL de Ca nos períodos pré parto (< dia 0) e pós parto (> dia 0) de animais sem sinais clínicos de HC (assinalado com círculo) e com sinais clínicos de HC (assinalado com triângulo). Fonte: <i>Metabolic diseases of dairy cattle</i> , 2013.....	9
Figura 5: Decúbito esternal típico de bovinos na segunda fase de HC. Fonte: <i>An overview on milk fever in dairy cattle</i> , 2015.....	13
Figura 6: Decúbito lateral decorrente da progressão sintomatológica. Fonte: <i>An overview on milk fever in dairy cattle</i> , 2015.....	13
Figura 7: Comparação do efeito de dietas DCAD positiva e negativa na absorção e excreção de Ca - em g Ca/d - em bovinos de leite previamente ao período de transição. Fonte: Adaptado de <i>Effect of a metabolically created systemic acidosis on calcium homeostasis and the diurnal variation in urine pH in the non-lactating pregnant dairy cow</i> , 2007.....	19
Figura 8: Tratamento intravenoso à base de solução de cálcio. Fonte: resco-global.com.....	21
Figura 9: Consequências de estados hipocalcêmicos em bovinos. Fonte: Adaptado de <i>Subclinical hypocalcemia in dairy cows: pathophysiology, consequences and monitoring</i> , 2017.....	22
Figura 10: Valores médios de concentrações plasmáticas totais, em mmol/L, de bovinos no período após o parto (ip), em animais com partos eutócicos e distócicos, sendo a área azul correspondente aos valores de Ca de referência (8.0 e 10.0 mg/dL). Fonte: Adaptado de <i>Relation between intravascular electrolyte level and course of parturition in dairy cows</i> , 2013.....	23
Figura 11: Prolapso uterino. Fonte: NADIS, <i>National Animal Disease Information Service</i>	26

Figura 12: Espécies atendidas em regime de consulta ou urgência durante o período de estágio da aluna. Fonte: Autora.....	31
Figura 13: Relação entre o número total de animais por exploração (azul) e o número de amostras recolhidas (laranja). Fonte: Autora.....	32
Figura 14: Concentrações séricas de Ca (em mg/dL) correspondente aos animais identificados com HSC. Fonte: Autora.....	33
Figura 15: Quadro depressivo profundo e visível desidratação periorcular. Fonte: Autora.....	34
Figura 16: Dilatação pupilar irresponsiva a estímulos. Fonte: Autora.....	34
Figura 17: Fetotomia do membro anterior direito. Fonte: Autora.....	36
Figura 18: Extração mecânica do feto com auxílio do macaco obstétrico. Fonte: Autora.....	36
Figura 19: Objetivos propostos e cumpridos / não cumpridos da aluna. Fonte: Autora.....	40

I. Introdução e Objetivos

I.1. Introdução

O papel do enfermeiro veterinário em clínicas que realizam intervenções em animais de produção é cada vez mais procurado, uma vez que permite uma maior rapidez e desenvolvimento de trabalho, poupando tempo ao médico veterinário, nomeadamente em tarefas como: recolhas sanguíneas; administrações de injetáveis; preparação de medicação, entre outros. Isto permite que o médico veterinário se foque principalmente nos pacientes, bem como no seu quadro clínico e na escolha do tratamento mais adequado.

A escolha do consultório NisaVet como local de estágio curricular deriva da sua casuística em animais de produção e localização, uma vez que esta abrange uma ampla quantidade de explorações de bovinos de carne em regime extensivo, o que permite o desenvolvimento de estudos neste tipo de animais, espécies com que a aluna lida diariamente.

Esta casuística possibilitou à aluna grande contato com diferentes espécies pecuárias em praticamente todo o Distrito de Portalegre, principalmente bovinos de carne, sendo estes o principal objeto de estudo do presente relatório.

Segundo diversos autores, a hipocalcémia é uma das condições mais comuns desenvolvidas por bovinos de leite, devido à elevada mobilização do cálcio para a produção de leite no período de transição, período esse onde a progenitora inicia a produção de colostro, e posteriormente de leite.

Em bovinos de carne, apesar de esta patologia ser menos comum, é igualmente relevante, sendo considerada um distúrbio frequente em bovinos pós-parto. Esta realidade suscitou interesse à aluna para a realização de um estudo sobre o impacto de estados hipocalcémicos nestes animais.

A hipocalcemia geralmente apresenta-se assintomática, onde o desenvolvimento de sinais neuromusculares são um indício da sua gravidade. A ausência de tratamento pode mesmo levar o animal à morte, sendo por isso de grande importância a monitorização de cerca de 10% da vacada para avaliação das concentrações séricas de cálcio, onde os seus valores fisiológicos devem oscilar entre os 8.0 e os 10.0 mg/dL.

I.2. Objetivos

O objetivo principal da realização do presente estágio é o desenvolvimento e a aquisição de capacidades em ambiente de trabalho, de modo a colocar em prática as competências teórico-técnicas adquiridas ao longo da licenciatura em Enfermagem Veterinária.

Com esta finalidade, a aluna pretende realizar as mais diversas funções exercidas pelo enfermeiro veterinário, tanto na dimensão dos animais de produção, como na vertente dos animais de companhia. Algumas destas técnicas de enfermagem incluem: colheitas sanguíneas de diferentes acessos venosos; administrações enterais e parenterais; assistência em controlos reprodutivos; apoio em saneamentos; apoio em urgências e consultas, tanto a nível clínico como domiciliário.

A aluna tem ainda como objetivo entender como se desencadeia o distúrbio da hipocalcemia, identificar bovinos em estados hipocalcémicos, clínicos ou subclínicos, relacionar diferentes patologias às suas consequências, e aprender sobre o manejo dietético associado a esta condição.

A aluna pretende ainda aprofundar os seus conhecimentos nas áreas de reprodução, nutrição, fisiologia e farmacologia em espécies pecuárias, sendo que a temática escolhida para a realização do presente relatório aborda um pouco de todos estes conteúdos.

2. Hipocalcemia em bovinos de aptidão cárnica

Os minerais são extremamente importantes na dieta bovina uma vez que o seu consumo desajustado afeta o crescimento, a capacidade imunitária e ainda o desempenho reprodutivo destes animais (Chenoweth & Sanderson, 2005).

Os bovinos de carne requerem os mesmos elementos minerais que o gado de aptidão leiteira, necessitando, no entanto, de menores quantidades uma vez que a produção de leite é sempre inferior nestes bovinos (Blair, 2021).

Existem minerais mais predispostos a desenvolver alterações nas suas concentrações sanguíneas, entre eles o cálcio (Ca) (Blair, 2021). O metabolismo deste mineral está sujeito a alterações consoante o estado reprodutivo do animal (Bauman & Currie, 1980).

O Ca é fundamental para o correto funcionamento do organismo, na medida em que é responsável pela integridade da estrutura óssea do animal e crucial para a ocorrência de diversos processos fisiológicos. Entre os principais processos, estão a contração muscular, a condução nervosa, a regulação cardíaca, e ainda o processo de coagulação, entre outros (Schenck *et. al.*, 2006; Albornoz *et al.*, 2016; Blair, 2021).

A musculatura é convencionalmente classificada em músculo estriado e músculo liso. O músculo estriado constitui a musculatura esquelética e cardíaca, e é formado por fibras que lhe conferem o aspeto característico. Esta formação permite uma contração da área total do músculo em resposta a estimulações nervosas dependentes de Ca, definida por excitação (Ehrlich & Kuo, 2015).

A musculatura lisa, presente nos músculos respiratórios, uterinos, vasculares ou gastrointestinais, por outro lado, não contém estrias nem sofre o mesmo tipo de estimulação. Opostamente à excitação induzida pelas estimulações nervosas nas estrias do músculo estriado, o músculo liso utiliza mensageiros que abrem canais de Ca intracelulares, permitindo assim a entrada dos iões de Ca responsáveis pela contração (Ehrlich & Kuo, 2015).

Durante o trabalho de parto, ambos os tipos de musculatura são envolvidos; ao nível da musculatura lisa, as contrações uterinas são vitais para o correto desenvolvimento e recuperação do parto, enquanto o músculo estriado presente na musculatura abdominal auxilia durante a expulsão do feto na segunda fase do parto (Purohit *et. al.*, 2011; Goff, Holman & Timms, 2020).

2.1. Homeostase cálcica

A importância do Ca nas funções do organismo do animal revela-se na sua minuciosa regulação (El-Samad, Goff & Khammash, 2002). No organismo, o Ca encontra-se sob duas formas distintas, onde cerca de 90% se encontra depositado nos ossos e apenas os restantes 10% estão distribuídos pelos fluidos extracelular (FEC) e intracelular (FIC), como ilustrado na figura 1 (Schenck *et. al.*, 2006; Weiller *et. al.*, 2015; Hernández-Castellano, Hernandez & Bruckmaier, 2019).

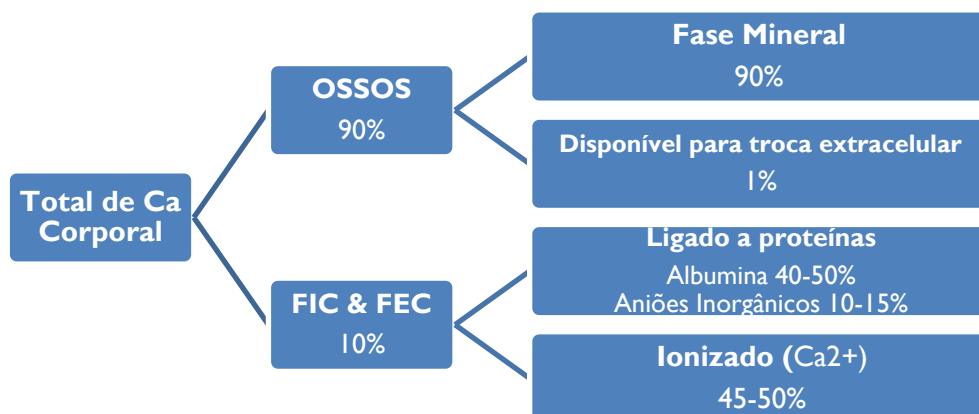


Figura 1 - Distribuição do Ca total do organismo.

Fonte: Adaptado de *Disorders of calcium, phosphorus and magnesium metabolism*, 2008.

Cerca de 50% do Ca presente no FEC está presente sob a forma ionizada (Ca^{2+}), sendo responsável pela regulação de células de órgãos como a glândula paratireoide e os rins. Já o Ca^{2+} presente no FIC é responsável pela regulação da resposta celular a estímulos, servindo como mensageiro iónico ao converter os sinais recebidos pelas células (Schenck *et. al.*, 2006; Engelking 2012; Weiller *et. al.*, 2015; Albornoz *et al.*, 2016).

O Ca fisiologicamente ativo necessita de ser submetido a um processo de ionização. Este depende do potencial de hidrogênio (pH) a que é exposto, uma vez que este mineral não é ativado em pH neutro, pelo que a sua ionização ocorre através da ação do ácido clorídrico gástrico (Engelking, 2012).

Esta ação solubiliza os sais de Ca e liberta o Ca^{2+} das proteínas, permitindo assim a sua absorção pelas células da porção superior do intestino delgado do animal. Estas células exibem uma bicamada lipídica com uma baixa permeabilidade ao Ca^{2+} , onde a sua entrada é controlada por um grupo de canais de Ca (Engelking, 2012). O Ca^{2+} é então armazenado intracelularmente uma vez que, sendo de origem mineral, não é possível a sua síntese nem a sua degradação (Wilkins et. al., 2020).

As concentrações fisiológicas de Ca sérico em bovinos estão reguladas entre os 8.0 e os 10.0 mg/dL, sendo que em condições fisiopatológicas normais, e apesar das perdas urinárias (0.5 g/d) e fecais (5-8 g/d), os bovinos não tendem a sofrer alterações significativas ao longo da sua vida (Engelking, 2012; Weiller et. al., 2015).

As concentrações do FEC e do FIC devem ser reguladas para uma correta homeostasia do organismo (Engelking, 2012). Este processo é complexo e envolve as ações da paratormona (PTH), do calcitriol ($1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$) e da calcitonina (CT) (Schenck et. al., 2006). O objetivo destes mecanismos de regulação durante períodos de hipocalcémia é o aumento da concentração de PTH, que promove a reabsorção óssea através da sua própria ligação ou da ligação do calcitriol aos osteoblastos, que por sua vez reabsorvem o Ca, libertando-o posteriormente para a corrente sanguínea, como ilustra a figura 2. (Xu et al., 2011).

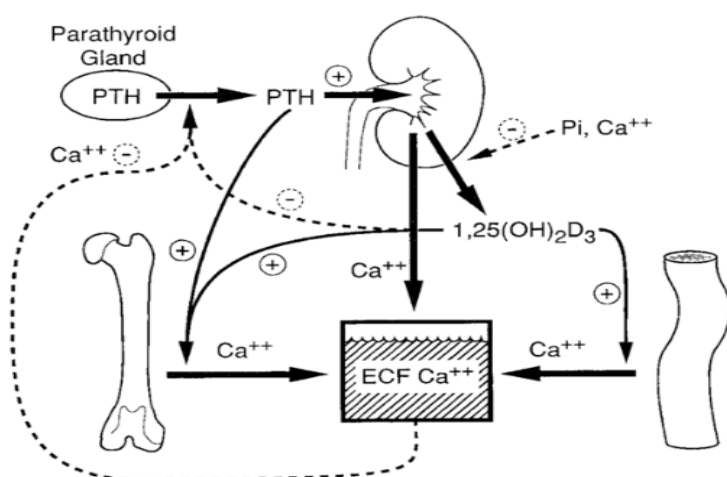


Figura 2 – Mecanismo de homeostase de cálcio.
Fonte: *Disorders of calcium: hypercalcemia and hypocalcemia*, 2006.

As principais funções da PTH e do calcitriol são, assim, o incremento das concentrações séricas de Ca^{2+} , enquanto a CT possui a função oposta (Engelking, 2012). A ativação da PTH e do calcitriol atuam especificamente na mobilização de Ca ósseo, na promoção da absorção de Ca no trato gastrointestinal, nomeadamente na porção superior do intestino delgado, e na estimulação dos rins de forma a excretar o excesso de fósforo (P), retraindo o Ca para reabsorção (Xu *et al.*, 2011).

O aumento da secreção da PTH ocorre em resposta a estados leves de hipocalcemia, resposta essa que ocorre em segundos e que pode ser mantida ativa até cerca de 1 hora e meia. A hipocalcemia diminui a quantidade de PTH degradada na paratireoide, tornando-a mais disponível para secreção, aumentando, assim, a reabsorção renal de Ca e a excreção de P em minutos (Schenck *et al.*, 2006).

Posteriormente a várias horas em estado hipocalcémico, a PTH estimula a síntese e secreção de $1,25 (\text{OH})_2 \text{D}_3$, seguindo-se o incremento do transporte intestinal de Ca e P para a corrente sanguínea, fornecendo, assim, uma fonte de cálcio para além da mobilização óssea que ocorre num período compreendido entre 1 a 2 horas. Após dias em estado hipocalcémico, o organismo tenta compensar com a secreção de uma maior quantidade de PTH através da hipertrofia e hiperplasia das células paratireoides (Schenck *et al.*, 2006).

2.1.1.1. Paratormona

A PTH é segregada pela glândula paratireoide em resposta a níveis hipocalcémicos, tendo como efeitos bioquímicos mais importantes: o aumento da concentração sanguínea de Ca e da reabsorção óssea e renal; a aceleração da formação de calcitriol e o aumento da absorção intestinal de Ca^{2+} , ainda que esta seja uma ação indireta e mediada por este último (Schenck *et al.*, 2006; Albornoz *et al.*, 2016).

Esta hormona atua principalmente ao nível ósseo e renal. Ao nível ósseo, o aumento da concentração da PTH desencadeia o processo de osteólise osteocítica, no qual a PTH causa a remoção de sais de Ca da matriz óssea. Este processo é rápido e ocorre em poucos minutos, sendo geralmente capaz de satisfazer as necessidades de curto prazo, não ocorrendo uma real absorção da matriz óssea (Reece & Rowe, 2017; El-Samad, Goff & Khammash, 2002).

Se ao longo de várias horas ou dias as concentrações de PTH se mantiverem elevadas, ocorre então o processo de reabsorção osteoclástica. Este processo consta na reabsorção da própria matriz óssea, uma vez que a manutenção da homeostasia é considerada mais importante do que a manutenção da integridade óssea para o organismo (Reece & Rowe, 2017; El-Samad, Goff & Khammash, 2002).

Ao nível renal, o efeito da PTH resume-se no aumento da reabsorção tubular de Ca^{2+} , reduzindo assim a sua perda pela urina (El-Samad, Goff & Khammash, 2002), e na regulação da conversão do calcitriol (Schenck et. al., 2006).

Apesar de a hipocalcemia ser o principal estímulo para a secreção de PTH, também a epinefrina, o isoproterenol, a dopamina, a secretina, a prostaglandina E2 e a estimulação de terminações nervosas na glândula paratireoide podem contribuir para alterações das concentrações de PTH (Reece & Rowe, 2017).

2.1.1.2. Calcitriol

A vitamina D3, quer proveniente da alimentação, quer da sua síntese dérmica, é convertida através de uma sucessão de hidrolisações no fígado e nos rins, como ilustra a figura seguinte, sendo que o último processo de hidrolisação é mediado também pela PTH (Schenck et. al., 2006; El-Samad, Goff & Khammash, 2002).

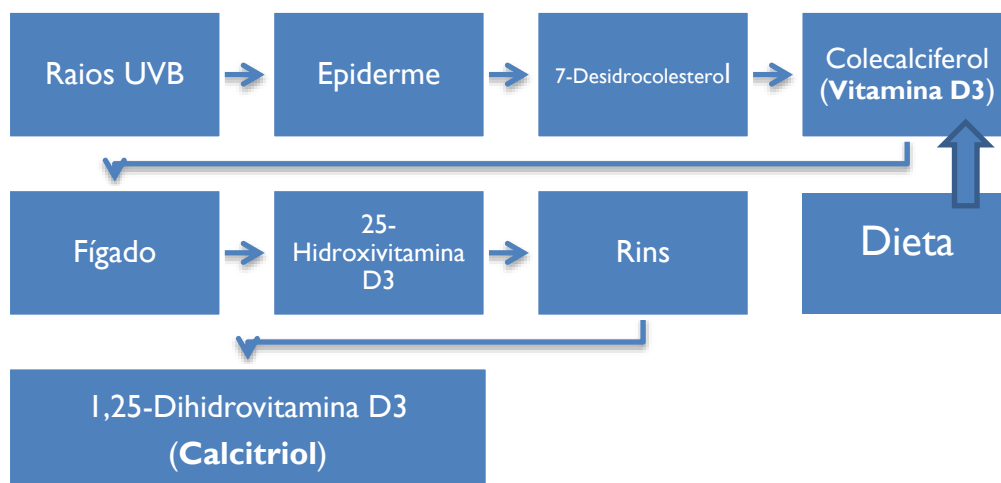


Figura 3 - Esquema representativo da síntese de calcitriol.
Fonte: Adaptado de *Focus on 1,25-Dihydroxyvitamin D3 in the Peripheral Nervous System*, 2019.

O resultado destes processos de hidrolisação resulta na única forma biologicamente ativa da vitamina D, o calcitriol (1,25 (OH)₂ D₃), que participa nas funções essenciais da absorção intestinal de Ca²⁺, uma vez que é responsável pela abertura dos canais de Ca das membranas celulares (Engelking, 2012; Albornoz *et al.*, 2016), coordenando ainda as concentrações séricas diárias de Ca (Schenck *et al.*, 2006).

O calcitriol comporta-se como uma hormona, atuando de forma sinérgica com a PTH para aumentar as concentrações sanguíneas de Ca através da libertação de Ca ósseo, bem como o aumento da reabsorção renal de Ca²⁺ (Albornoz *et al.*, 2016). No epitélio intestinal, o calcitriol é responsável pela formação de proteínas ligantes ao Ca²⁺, que funcionam como seus transportadores ativos até ao citoplasma celular (Albornoz *et al.*, 2016; Reece & Rowe, 2017).

Entre outras funções, o calcitriol estimula o transporte rápido de Ca²⁺, assim como é necessário para a formação e mineralização ósseas, uma vez que garante uma fonte adequada de Ca e P através da reabsorção intestinal (Schenck *et al.*, 2006).

O calcitriol é necessário ainda à reabsorção óssea, sendo a sua interação com a PTH fundamental para a reabsorção renal e libertação de Ca²⁺ para a corrente sanguínea. O calcitriol tem ainda um papel fundamental no controlo da glândula paratireoide (Schenck *et al.*, 2006).

2.1.1.3. Calcitonina

A calcitonina (CT) é uma hormona segregada pela glândula tiroide, cuja estimulação depende de alterações como a hipercalcemia ou a hipermagnesémia (Reece & Rowe, 2017), sendo, por isso, pouco relevante durante estados hipocalcémicos (El-Samad, Goff & Khammash, 2002).

A resposta desta hormona inibe a reabsorção óssea osteoclástica, procurando deste modo diminuir as concentrações plasmáticas de Ca²⁺. A CT inibe ainda a reabsorção de fosfatos e aumenta a excreção de Ca a nível renal, sendo assim antagónica da ação da PTH (Albornoz *et al.*, 2016; Reece & Rowe, 2017).

2.2. Hipocalcemia subclínica VS clínica

A hipocalcemia desenvolve-se quando existe uma mobilização de Ca reduzida, uma aposição óssea aumentada, perdas de Ca elevadas pela urina, absorção gastrointestinal reduzida, sequestro intracelular de Ca, ou ainda como resultado de uma combinação destes fatores, sendo que a sua severidade no organismo está diretamente relacionada com a gravidade do seu quadro clínico (Schenck *et. al.*, 2006).

Os estados hipocalcémicos são raros em bovinos de carne, uma vez que a sua produção de leite não é tão abundante comparada com a de bovinos leiteiros (Oetzel, 1988), sendo que os parâmetros fisiológicos das concentrações séricas de Ca nestes animais estão regulados entre os 8.0 e os 10.0 mg/dL (Weiller *et. al.*, 2015).

O período parturiente bovino envolve a transição do estado seco (não lactante) para o estado lactante, onde grandes quantidades de Ca plasmático são movimentadas para a glândula mamária para a produção de leite, o que não permite aos mecanismos de regulação compensar estas perdas num curto período de tempo (Goff, 2008; Martinez *et al.*, 2012; El-Samad, Goff & Khammash, 2002). Este fenómeno é reconhecido como uma hipocalcemia fisiológica (Albornoz *et al.*, 2017), podendo durar 12 a 24 horas após o parto, como ilustra a figura 4 (Hernández-Castellano, Hernandez & Bruckmaier, 2019).

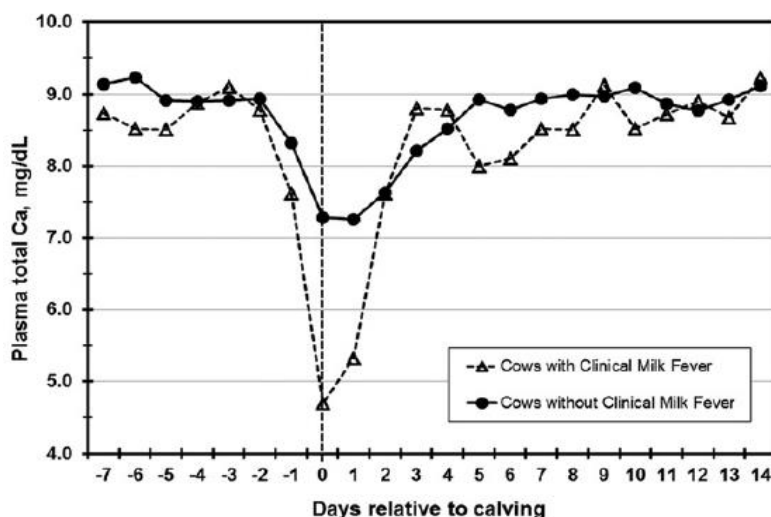


Figura 4 - Comparação plasmática em mg/dL de Ca nos períodos pré parto (< dia 0) e pós parto (> dia 0) de animais sem sinais clínicos de HC (assinalado com círculo) e com sinais clínicos de HC (assinalado com triângulo). Fonte: *Metabolic diseases of dairy cattle*, 2013.

As necessidades de Ca fetais são mínimas durante o período seco (cerca de 10 a 12 g/dia), uma vez que os mecanismos homeostáticos maternos se encontram praticamente inativos durante este período, aumentando subitamente no momento do parto, não sendo esta uma verdadeira deficiência em Ca (Albornoz *et al.*, 2016).

Após o parto, um animal que produza 40 litros de leite diariamente necessita de um consumo de cerca de 80 g/d de Ca durante o período de lactação (Scott, Penny & Macrae, 2011). Das raças mais comuns de bovinos de aptidão cárnica, o seu pico de lactação pode atingir os 9,1L/d na Aberdeen Angus, 9,5L/d na Charolesa, e 9,2L/d na Limousine (Chenoweth & Sanderson, 2005).

O processo do mecanismo de homeostase que aumenta a absorção de Ca intestinal e a mobilização óssea demora, no entanto, cerca de 2 a 3 dias até se encontrar totalmente ativo (Scott, Penny & Macrae, 2011). A maioria dos animais consegue adaptar-se a esta mudança através dos seus mecanismos de regulação (El-Samad, Goff & Khammash, 2002), sendo a sua habilidade de adaptação dependente de diversos fatores (Albornoz *et al.*, 2016), no entanto qualquer anomalia pode levar a distúrbios metabólicos como a hipocalcémia (Goff, 2008).

A hipocalcémia é convencionalmente classificada em hipocalcémia subclínica (HCS) e hipocalcémia clínica (HC), sendo que as respetivas concentrações sanguíneas de Ca diferem consoante os autores. Em média, estas variam entre os 5.5 e os 8.0 mg/dL para a HSC, sendo esta assintomática, e inferiores a 5.5 mg/dL para a HC (Goff, 2008; Chamberlin *et al.*, 2013; Weiller *et al.*, 2015; Albornoz *et al.*, 2017; Hernández-Castellano, Hernandez & Bruckmaier, 2019; El-Samad, Goff & Khammash, 2002).

Relativamente à HC, a síndrome neuromuscular associada apresenta um elevado impacto económico e predispõe ao surgimento de doenças infecciosas, podendo chegar a ser fatal para o animal (Goff, 2008; Chamberlin *et al.*, 2013; Weiller *et al.*, 2015; Albornoz *et al.*, 2017; Hernández-Castellano, Hernandez & Bruckmaier, 2019; El-Samad, Goff & Khammash, 2002).

2.2.1. Etiologia da hipocalcemia

As doenças metabólicas, definidas etiologicamente como distúrbios nutricionais, ocorrem, no caso da hipocalcemia, quando a quantidade de Ca necessário para a produção de leite e manutenção dos tecidos corporais excede a quantidade de Ca obtido dieteticamente (Villarreal *et al.*, 2019).

A aproximação do período de lactação representa alterações fisiológicas importantes para o animal, requerendo uma coordenação metabólica perfeita de modo a satisfazer o aumento das necessidades minerais, nomeadamente as de Ca (Albornoz *et al.*, 2016).

Os estados hipocalcêmicos ocorrem quando existe uma desregulação neste mecanismo, sendo que aproximadamente 75% dos casos de hipocalcemia ocorrem durante o período de transição (Oetzel, 1988).

Durante este período, que compreende o final da gestação e a lactação, a glândula mamária altera-se para suportar a produção de leite. O leite, fluído biológico mais rico em Ca, é constituído por Ca^{2+} e por Ca ligado a proteínas (Wilkens *et al.*, 2020). O Ca é assim transportado rapidamente do plasma para a glândula mamária, sem proporcionar, assim, o tempo necessário para que as suas concentrações possam ser equilibradas pelo mecanismo homeostático (Albornoz *et al.*, 2016).

O atraso deste mecanismo na resposta a estados hipocalcêmicos é a causa mais comum da hipocalcemia puerperal, destacando-se etiologicamente a excreção ou síntese insuficiente de PTH, a síntese insuficiente de calcitriol, uma fraca resposta dos tecidos aos estímulos da PTH e/ou calcitriol, o stress (responsável por aumentar a secreção de CT), e ainda a hipomagnesémia, que altera a secreção da PTH e o metabolismo da vitamina D (Albornoz *et al.*, 2016).

Os casos de hipocalcemia de origem nutricional retratam apenas 7% dos animais acometidos com HC e estão relacionados com uma diminuição do fluxo de Ca derivada de fatores secundários, como distúrbios gastrointestinais, por exemplo, opostamente à hipocalcemia parturiente, cujo estímulo para o seu desencadeamento é a lactação (Oetzel, 1988).

Fatores como a diminuição alimentar ou o excesso de exercício são suficientes para desencadear a hipocalcemia não parturiente (Oetzel, 1988), sendo que até os tremores musculares intensos no inverno podem resultar numa exaustão de Ca (Moisan, 1994).

Também desequilíbrios fisiológicos como o hipoparatiroidismo primário, o hiperparatiroidismo secundário renal ou nutricional, ou ainda a má absorção de Ca secundária a hiperparatiroidismo, podem desencadear estados hipocalcêmicos (Engelking, 2012).

Outras causas de hipocalcemia incluem ainda a terapia prolongada com anticonvulsivos, o uso excessivo de diuréticos, a insuficiência renal aguda com presença de hiperfosfatemia severa, a realização de enemas com bases fosfatadas, a transfusão sanguínea acidental com ácidos citratados ou etilenodiamina tetra-acéticos, ou ainda as metástases osteoblásticas (Engelking, 2012).

2.2.2. Quadro clínico

Os sinais clínicos associados a hipocalcemia são idênticos, independentemente da sua causa (Schenck *et. al.*, 2006). A síndrome relacionada à HC pode ser, segundo Oetzel (1988) e Scott, Penny e Macrae (2011), dividida em três fases de gravidade progressiva ao longo de 12 a 24 horas.

A fase inicial é caracterizada por excitação, nervosismo, hipersensibilidade, fraqueza, hiperestesia, tremores musculares ligeiros, irritabilidade, ataxia, relutância ao movimento e ranger de dentes, podendo passar despercebida pela curta frequência destes sinais (Oetzel, 1988; Scott, Penny & Macrae, 2011; Engelking, 2012; Herdt & Smith, 2013).

Durante o exame físico nesta primeira fase, é comum a observação de uma ligeira taquicardia e hipertermia derivada do aumento da atividade muscular (Oetzel, 1988), sem a presença de decúbito, onde o animal se apresenta excitado e nervoso ou fraco, podendo ser observável a alternância de peso frequente nos membros posteriores (Herdt & Smith, 2013).

Na segunda fase sintomatológica, a excitação e nervosismo dão lugar a um estado depressivo e a uma paralisia flácida característica, progredindo para decúbito esternal geralmente acompanhado de torção lateral do pescoço, ficando a cabeça encostada contra o peito, como ilustrado na figura 5, dilatação pupilar com reflexos reduzidos, perda de reflexo anal, atonia gastrointestinal e tremores musculares evidentes (Oetzel, 1988; Thomas, 2009; Scott, Penny & Macrae, 2011).



Figura 5 - Decúbito esternal típico de bovinos na segunda fase de HC.
Fonte: *An Overview on Milk Fever in Dairy Cattle*, 2015.

O exame físico realizado nesta segunda fase revela uma taquicardia evidente e uma diminuição da intensidade dos sons cardíacos, numa tentativa do organismo de compensar as baixas concentrações de Ca fundamentais à contratilidade cardíaca. Os animais podem ainda apresentar extremidades frias à palpação causada por inadequada perfusão periférica e temperatura retal entre os 35,5 e os 37,8°C (Oetzel, 1988).

A terceira fase sintomatológica caracteriza-se pelo decúbito lateral, como ilustrado na figura 6, batimentos cardíacos acima de 120 batimentos por minuto (bpm) e perda progressiva dos sentidos, entrando num estado comatoso (Oetzel, 1988; Scott, Penny & Macrae, 2011).



Figura 6 - Decúbito lateral decorrente da progressão sintomatológica de HC.
Fonte: VetSouth.co.nz

Outros sinais clínicos de hipocalcemia em bovinos incluem convulsões, laringospasmo, broncospasmo, cataratas, coagulopatias, edemas articulares, claudicação, fraturas e ainda falha cardíaca (Thomas, 2009; Engelking, 2012; Albornoz *et. al.*, 2016).

Casos de HC graves podem ter como consequência o óbito do animal (Wilkins *et. al.*, 2020), sendo que a causa de morte de bovinos acometidos resulta de uma paralisia dos músculos respiratórios e/ou timpanismo ruminal (Scott, Penny & Macrae, 2011).

A HSC, por outro lado, é definida como uma baixa concentração sanguínea de Ca^{2+} sem sinais clínicos evidentes, afetando cerca de 50% dos animais com mais de duas lactações e tipicamente alimentados com dietas nutricionalmente pobres (Herdt & Smith, 2013).

Estes animais são assintomáticos, podendo verificar-se, no entanto, diminuição na contratilidade muscular, depressão imunológica que aumenta a probabilidade de desenvolver doenças infecciosas (Albornoz *et. al.*, 2017), e ainda menor capacidade de combater agentes parasitários (Weiller *et. al.*, 2015).

Sendo o Ca^{2+} essencial às funções neuromusculares, estados hipocalcêmicos resultam ainda numa redução do volume sistólico, do débito cardíaco, da pressão arterial e da motilidade gastrointestinal, onde qualquer falha num destes mecanismos pode desencadear um conjunto de eventos negativos, podendo culminar em doenças metabólicas e diminuição na produção de leite (Oetzel, 1988; Herdt & Smith, 2013).

É de salientar que, em bovinos de carne, estados crônicos de hipocalcemia são frequentemente encontrados sob a forma de osteoporose (Oetzel, 1988).

2.2.3. Diagnóstico definitivo e diferencial

Os métodos indicados para o diagnóstico de hipocalcemia incluem amostras sanguíneas ou urinárias, ou ainda biópsia do fígado, uma vez que estes permitem uma estimativa adequada das concentrações de Ca no organismo do animal (Thomas, 2009), sendo, no entanto, o Ca total sérico considerado o meio de diagnóstico de eleição para a determinação de hipocalcemia (Oetzel, 1988).

O diagnóstico clínico de estados hipocalcêmicos é baseado na anamnese, na sintomatologia clínica e na resposta positiva ao tratamento intravenoso de soluções à base de cálcio (Scott, Penny & Macrae, 2011), sendo, no entanto, aconselhada a testagem regular de cerca de 10% do efetivo e não analisar apenas animais debilitados, para uma boa estimativa da saúde geral da vacada (Thomas, 2009).

Nos casos de hipocalcemia puerperal, as concentrações normais de Ca vão gradualmente diminuindo até atingirem o seu mínimo, durante 12 a 24 horas após o parto (Herdt & Smith, 2013).

A presença de sintomas neuromusculares inicia-se quando as concentrações séricas de Ca são inferiores a 5.5 mg/dL, onde a maioria dos animais se apresenta em decúbito, podendo mesmo atingir os 1.6 mg/dL em bovinos com sintomatologia avançada (Oetzel, 1988; Scott, Penny & Macrae, 2011).

É de salientar que animais com valores séricos de Ca inferiores a 9 mg/dL no período pré parto possuem maior probabilidade de desenvolver HSC no pós parto, sendo, assim, a colheita sanguínea neste período uma estratégia eficaz para o controle geral do grupo (Neves *et. al.*, 2017).

Os estados hipocalcêmicos afetam tanto bovinos de aptidão leiteira como de aptidão cárnica, sendo que nos primeiros a hipocalcemia é geralmente acompanhada de hipofosfatemia, enquanto nos segundos é acompanhada de hipomagnesemia (Engelking, 2012).

Diagnóstico Diferencial

Certas doenças possuem sintomas semelhantes a outras, o que pode dificultar o seu correto diagnóstico (DeGaris & Lean, 2008), como é o caso da tetania da erva (TE) e da HC (Thomas, 2009).

Ambas podem apresentar diminuições séricas de Ca e Mg simultaneamente e possuem sinais clínicos idênticos, como o nervosismo, a perda de apetite, a excitabilidade, a agressividade, a impaciência, os espasmos musculares e as convulsões (Thomas, 2009).

O diagnóstico diferencial entre a TE e a HC realiza-se subjetivamente através da observação do comportamento, uma vez que animais afetados com hipocalcémia se apresentam mais letárgicos, enquanto os afetados com TE são geralmente mais violentos, podendo atacar face a qualquer aproximação (Thomas, 2009).

Face à presença de sintomatologia em animais acometidos com HC, devem ser excluídas, ainda, causas de síndrome de vaca caída, nomeadamente a presença de lesões anatómicas, processos infecciosos como mastite ou metrite, e ainda outros distúrbios metabólicos influenciados por corpos cetónicos, glucose, ou ainda magnésio e outros minerais (Bettercourt & Romão, 2013).

Apesar da identificação dos sinais clínicos permitirem geralmente o diagnóstico, é de extrema importância realizar um painel bioquímico ao animal afetado, uma vez que, podendo ocorrer hipofosfatémia secundária, esta poderá ser a responsável pelo facto de os animais não se levantarem após retificação da hipocalcémia (Bettencourt & Romão, 2013).

2.2.4. Fatores de risco, prevenção e tratamento

O principal fator de risco para o desenvolvimento de estados hipocalcémicos é o número de lactações do animal. Estudos revelam que as concentrações plasmáticas de Ca diminuem menos em vacas primíparas relativamente às multíparas nas 48 horas após o parto. Estes dados sugerem que os mecanismos homeostáticos de Ca se tornam menos eficientes com o passar das lactações pelo facto de, em vacas primíparas, o processo de remodelação óssea ser mais ativo e consequentemente a reabsorção de Ca é mais eficiente e rápida, comparativamente às multíparas (Hernández-Castellano, Hernandez & Bruckmaier, 2019).

Os estados hipocalcémicos em bovinos de carne ocorrem maioritariamente em animais com mais de quatro partos, sendo raro em primíparas (Oetzel, 1988), e é especialmente incidente em animais cruzados de raças leiteiras, sendo ainda comum em animais com partos na época do Outono (Scott, Penny & Macrae, 2011).

Apesar da incidência de HC ser relativamente baixa em bovinos (cerca de 1% em primíparas e 6% em múltiparas), a HSC apresenta uma incidência bastante superior, com valores entre os 25% para primíparas e os 48% para múltiparas (Caixeta *et al.*, 2015).

A suscetibilidade para o desenvolvimento de hipocalcemia aumenta, assim, com a idade do animal, uma vez que a capacidade de mobilização de Ca dos depósitos ósseos diminui gradualmente ao longo da vida (Oetzel, 1988). À medida que o animal vai envelhecendo, o Ca vai ficando mais mineralizado nos depósitos ósseos, tornando-se, assim, menos disponível e mais difícil de mobilizar (Thomas, 2009), assim como os recetores de Vitamina D ósseos e intestinais, que diminuem com aumento da idade (Neves *et al.*, 2017).

Outro fator de risco considerado importante no desenvolvimento de estados hipocalcêmicos é o equilíbrio ácido-base do animal no momento do parto, considerando-se atualmente a hipocalcemia como uma intoxicação nutricional subclínica de potássio (K) - principal indutor da alcalose metabólica (Albornoz *et al.*, 2016).

Os métodos preventivos para o desenvolvimento de hipocalcemia incluem a adição de sais de cloreto de amónio nas dietas durante as semanas anteriores ao parto ou a administração *per-os* (PO) de gel de cloreto de cálcio no momento do parto, seguida de uma dieta em alto teor de Ca (Thomas, 2009).

As deficiências em Ca podem ser, assim, prevenidas nutricionalmente, dando aos animais acesso a pastagens ou oferecendo alimentos específicos, como feno de luzerna, que contém elevado teor de Ca (Thomas, 2009).

2.2.4.1. Maneio nutricional

Sendo o Ca fundamental para a estrutura óssea e para a homeostasia do organismo, é essencial uma dieta rica em forragem adequada. A forragem natural, como a pastagem rica em gramíneas e plantas forrageiras, contém geralmente quantidades suficientes dos dois principais minerais necessários ao organismo (Ca e P), bem como leguminosas como a luzerna (Thomas, 2009).

A medida preventiva mais eficiente de modo a evitar estados hipocalcêmicos é, deste modo, o manejo nutricional, principalmente no período pré parto (Oetzel, 1988). Este manejo nutricional tem como objetivo compensar a deficiência de Ca circulante no organismo (Hernández-Castellano, Hernandez & Bruckmaier, 2019).

Com a elaboração de um plano nutricional equilibrado é possível minimizar as perdas relacionadas à deficiência deste mineral, uma vez que a homeostase de Ca durante o período de transição é imprescindível à saúde uterina (Mekonnen & Moges, 2016).

Dietas com elevado teor de Ca proporcionam uma maior quantidade do mesmo absorvido pelo intestino, o que contribui para a produção de leite e manutenção da progenitora no período pós-parto (Hernández-Castellano, Hernandez & Bruckmaier, 2019).

É de realçar que animais sobredosados com Ca no final da gestação tendem a aumentar a sua condição corporal (CC), o que predispõe ao surgimento de febre do leite (Thomas, 2009). Desenvolvimentos recentes na nutrição bovina mostram um decréscimo significativo de desequilíbrios minerais através da redução da oferta de dietas ricas em macrominerais (Neves *et. al.*, 2017).

Uma vez que as necessidades de Ca não aumentam até à lactação, a sobredosagem deste mineral faz com que o organismo se habitue a um nível elevado do mesmo e que não se consiga adaptar rapidamente quando necessário, sendo por isso mais indicadas as dietas em baixo teor de Ca durante o final da gestação (Thomas, 2009).

O aumento do teor de Ca da dieta do animal apenas a partir do dia do parto diminui o risco de desenvolvimento de estados hipocalcêmicos, não se devendo oferecer aos animais neste período rações à base de cereais de corte verde ou silagem, uma vez que estes contêm elevados teores de K, o que pode interferir com a absorção de Ca e Mg (Thomas, 2009).

A grande maioria das forragens contém os níveis necessários de Ca aos animais, sendo por isso rara a suplementação de bovinos de carne em regime extensivo; no entanto, animais alimentados com concentrados devem ser monitorizados pela presença reduzida de Ca nestas dietas (Chenoweth & Sanderson, 2005).

Estudos sugerem que dietas ricas em sódio (Na) e K pré parto são fatores de risco para o desenvolvimento de hipocalcemia puerperal (Xu et al., 2011), assim como a hipomagnesemia é considerada um fator de risco ao desenvolvimento de HC (Neves et al., 2017).

Diferença Catiônica-Aniônica Dietética (DCAD)

A prevenção de estados hipocalcêmicos é principalmente atingida dieteticamente, sendo frequentemente utilizada a restrição de cátions (principalmente Na e K), com ou sem adição de aniões (Neves et al., 2017).

As dietas com uma diferença catiônica-aniônica dietética (DCAD) negativa são consideradas eficazes no aumento das concentrações cálcicas no período peri parto, como ilustra a figura seguinte (Hernández-Castellano, Hernandez & Bruckmaier, 2019).

Parâmetros	DCAD Positiva	DCAD Negativa
pH urinário	8.5	5.7
Intake de Ca	28	28
Ca urinário	0.8	5.3
Ca fecal	46	37
Total de Ca excretado	47	43
Ca retido	-19	-14
Ca plasmático (mmol/L)	2.50	2.45

Figura 7 - Comparação do efeito de dietas DCAD positiva e negativa na absorção e excreção de Ca - em g Ca/d - em bovinos de leite previamente ao período de transição. Fonte: Adaptado de *Effect of a metabolically created systemic acidosis on calcium homeostasis and the diurnal variation in urine pH in the non-lactating pregnant dairy cow*. (Roche, Dalley & O'Mara, 2007)

Estas dietas reduzem a diferença das cargas iônicas no organismo do animal, diminuindo o pH urinário e sanguíneo, resultando assim numa acidose metabólica. Esta acidose tem como objetivo ser compensada pelas trocas ósseas de iões de hidrogénio por cálcio (Hernández-Castellano, Hernandez & Bruckmaier, 2019), reduzindo assim o risco de desenvolvimento de estados hipocalcêmicos (Oetzel, 2022).

Através desta acidose desenvolvida dieteticamente, inicia-se a inibição da reabsorção renal de Ca, aumentando assim a sua excreção urinária, de modo a estimular os mecanismos de homeostase cálcicos a incrementar o fluxo de Ca (Hernández-Castellano, Hernandez & Bruckmaier, 2019).

Deste modo, as dietas DCAD negativas são responsáveis por aumentar os níveis sanguíneos de Ca, melhorando, assim, a resposta à súbita necessidade de Ca na lactação devido à sua influência nos mecanismos homeostáticos de Ca. Estes são responsáveis pela estimulação da produção da PTH, o que permite manter uma elevada taxa de renovação de Ca, podendo posteriormente compensar a hipocalcemia peri-parto (Neves *et al.*, 2017).

Esta disponibilidade sanguínea de Ca deve-se ao aumento da absorção intestinal de Ca^{2+} e à mobilização óssea em resposta às alterações no equilíbrio ácido-base do animal, uma vez que estas dietas são compostas por baixas concentrações de iões Na^+ e K^+ (Villarreal *et al.*, 2019).

Esta dieta preventiva deve ser administrada durante um período de 21 dias pré parto, onde os níveis de acidose devem ser monitorizados através da concentração urinária de Ca ou do seu pH, uma vez que animais alimentados com dietas DCAD negativas aumentam a excreção urinária de Ca e o pH da urina se mantém entre os 5.5 e os 6.0 (Hernández-Castellano, Hernandez & Bruckmaier, 2019).

A dieta dos animais pode ser tornada acidogénica através da adição de ingredientes inerentemente ácidos, pela suplementação oral de sais aniónicos, pela adição de ácidos minerais à dieta (Oetzel, 2022), ou ainda pela adição de suplementos como *BioChlor* (solução à base de ácidos sulfúrico e hidrocloreídrico) ou *SoyChlor* (solução à base de ácido hidrocloreídrico e proteínas de soja) (Hordt & Smith, 2013).

2.2.4.2 Tratamento farmacológico

O tratamento deve ser sempre individualizado e apoiado na sintomatologia do animal, sendo que os tratamentos considerados mais eficazes e rápidos são realizados apenas em animais com graus severos de hipocalcemia, ou cujas suas concentrações sanguíneas estejam em rápida diminuição (Schenck *et al.*, 2006).

Deste modo, o tratamento de eleição para bovinos com HC é a administração intravenosa (IV) de soluções à base de cálcio, como ilustrado na figura 8, uma vez que é o modo de absorção mais rápido para repor as concentrações sanguíneas de Ca (Hernández-Castellano, Hernandez & Bruckmaier, 2019).



Figura 8 - Tratamento IV à base de solução de cálcio.
Fonte: resco-global.com

A dose terapêutica deve corresponder de 5 a 15 mg/kg de Ca elementar (o correspondente a 0.5 a 1.5 ml/kg de gluconato de cálcio a 10%) e deve ser administrado num período compreendido entre os 10 e 20 minutos (Schenck *et. al.*, 2006), uma vez que a sua rápida administração pode causar toxicidade, incluindo sinais como taquicardia, arritmia e bradicardia (Oetzel, 1988).

O tratamento padrão para bovinos com HC é a administração IV de 500ml de gluconato de cálcio a 23%, o que fornece cerca de 10g de Ca (Wilkens *et. al.*, 2020).

É de salientar que este tratamento apenas permite ao animal ultrapassar a crise sintomatológica momentaneamente, uma vez que o restabelecimento completo da homeostase cálcica demora normalmente entre dois a três dias (Oetzel, 1988).

No caso de bovinos acometidos com HSC ou que se encontrem numa fase inicial de hipocalcémia, o tratamento passa pela administração subcutânea (SC), uma vez que nestes animais os níveis de Ca plasmático ainda não se encontram muito diminuídos, não necessitando, deste modo, tanta quantidade de Ca (Wilkens *et. al.*, 2020).

É possível ainda a administração de Ca elementar (como o carbonato, proprienato ou cloreto de Ca) via PO, especialmente em animais que não estejam a comer. Esta administração é geralmente suficiente para manter as concentrações normais de Ca séricas, juntamente com a administração de metabólitos da vitamina D. Desta forma, esta suplementação pode ir sendo reduzida ou mesmo descontinuada ao longo das horas (Schenck *et. al.*, 2006; Hordt & Smith, 2013).

2.3. Principais consequências de estados hipocalcêmicos

Os estados hipocalcêmicos, sejam eles clínicos ou subclínicos, aumentam o risco de desenvolvimento de outras complicações (Chamberlin *et al.*, 2013; Hernández-Castellano *et. al.*, 2020). O papel do Ca na função muscular explica o efeito negativo de estados hipocalcêmicos na contratilidade e motilidade dos sistemas gastrointestinal e reprodutivo, como ilustra a figura seguinte (Wilkens *et. al.*, 2020).

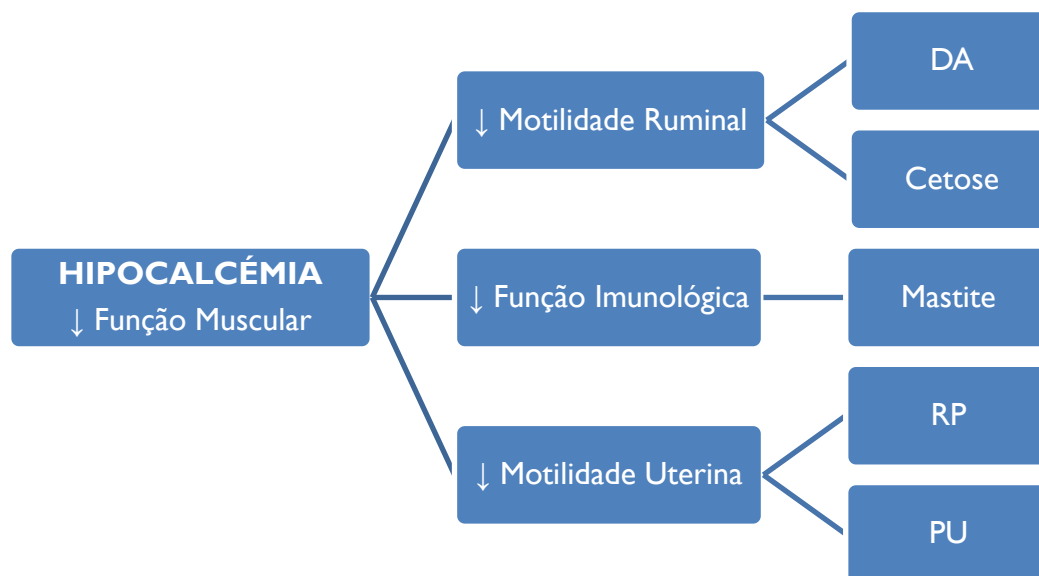


Figura 9 - Consequências de estados hipocalcêmicos em bovinos.
Fonte: Adaptado de *Subclinical Hypocalcemia in Dairy Cows: Pathophysiology, Consequences and Monitoring*, 2017.

Estudos demonstram que bovinos em estados hipocalcêmicos apresentam quatro vezes mais probabilidade de desenvolver retenção placentária (RP), e duas a três vezes mais probabilidade de desenvolvimento de displasia de abomaso (DA) (Albornoz *et. al.*, 2016).

Outras complicações derivadas de estados hipocalcêmicos incluem um extenso período de involução uterina (devido a um prolongamento do anestro pós-parto, o que reduz o desempenho reprodutivo destes animais) (Weiller *et al.*, 2015; Merdana *et al.*, 2020), síndrome da vaca caída (Weiller *et al.*, 2015), prolapso retal, necrose isquêmica muscular e ainda variadas lesões músculo-esqueléticas (Oetzel, 1988).

2.3.1. Distócia materna / Inércia uterina

Estados hipocalcêmicos, principalmente a HSC, têm sido considerados fatores de risco para o desenvolvimento de diversos distúrbios nos bovinos parturientes (Goff, Hohman & Timms, 2020).

Se as concentrações sanguíneas de Ca no período peri parto se apresentarem diminuídas, pode ocorrer distócia, como ilustra a figura 10 (Oetzel, 1988).

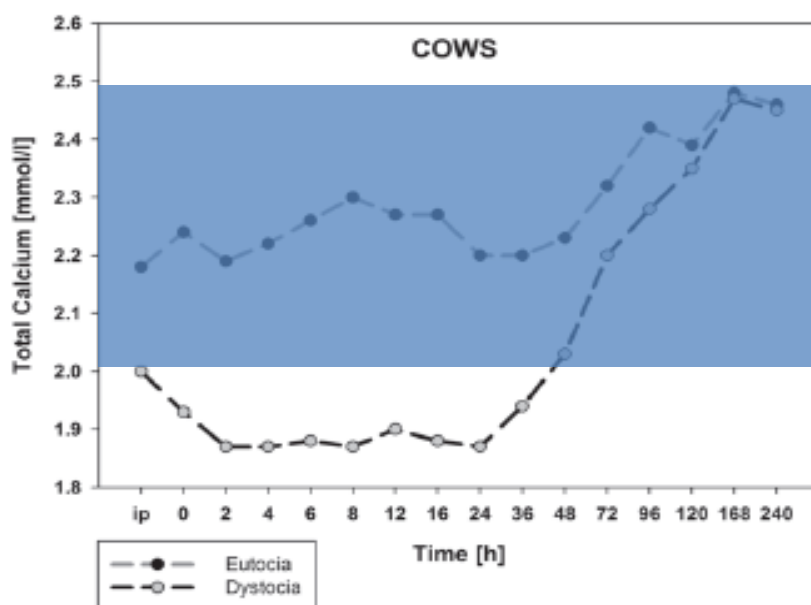


Figura 10 - Valores médios de concentrações plasmáticas totais, em mmol/L, de bovinos no período após o parto (ip), em animais com partos eutócicos e distócicos, sendo a área azul correspondente aos valores fisiológicos de referência (8.0 a 10.0 mg/dL). Fonte: Adaptado de *Relation between intravascular electrolyte level and course of parturition in dairy cows*, 2013.

Estados hipocalcêmicos diminuem a contratilidade da musculatura lisa e esquelética envolvidas no trabalho de parto, onde o seu prolongamento pode dar origem a inércia uterina (IU) devido a exaustão muscular (Simões & Stilwell, 2021).

A IU consta de uma falha no mecanismo das forças expulsivas durante o parto e é convencionalmente classificada em inércia primária ou secundária (Mekonnen & Moges, 2016). A hipocalcemia é considerada a causa mais comum de IU primária em bovinos, onde o animal inicia o quadro sintomatológico coincidentemente com o trabalho de parto (Purohit *et. al.*, 2011).

Em alguns animais hipocalcémicos, a ausência de contrações pode levar a que o trabalho de parto passe despercebido, causando muitas vezes a morte do feto antes do seu nascimento (Oetzel, 1988).

2.3.2. Retenção placentária

Em bovinos, a expulsão das membranas fetais (MF) ocorre geralmente entre as 6 e as 8 horas após o parto, sendo que, após este período, a placenta se vai tornando progressivamente adequada ao crescimento bacteriano (Simões & Stilwell, 2021).

No período peri parto, tanto a diminuição do apetite, da eficácia do sistema imunitário e dos níveis séricos de Ca, como o aumento do balanço energético negativo (BEN), podem ser fatores de risco para o desenvolvimento desta patologia (Simões & Stilwell, 2021).

Por outro lado, animais com níveis séricos de Ca elevados (cerca de 9.7 mg/dL), são menos predispostos ao desenvolvimento de RP, demonstrando a importância das contrações uterinas na prevenção desta condição, sendo a HSC considerada um dos principais fatores de risco ao seu desenvolvimento e de outros distúrbios metabólicos no período pós parto (Simões & Stilwell, 2021).

A hipocalcemia está, assim, relacionada com a RP devido a uma diminuição na concentração de Ca, o que diminui as contrações uterinas necessárias para a expulsão da placenta (Weiller *et. al.*, 2015).

A principal consequência da RP é o risco de contração de infeções uterinas, devido ao facto de as MF ficarem pendentes da vulva, permitindo a entrada de agentes infecciosos na vulva e útero. A RP impede ainda o processo de involução uterina, essencial para a recuperação do parto (Dervishi & Ametaj, 2017).

A detecção antecipada de animais suscetíveis a desenvolver RP leva a um tratamento mais adequado e pode resultar um melhor desempenho produtivo e reprodutivo (Qu *et al.*, 2014).

2.3.3. Displasia de abomaso

Os estados hipocalcêmicos reduzem a motilidade da musculatura lisa do abomaso (Goff, 2008), podendo ocorrer uma alteração na sua localização normal (abdominal ventral direita), denominada de displasia do abomaso (Parish, 2022).

Estudos apontam para que cerca de 12,4% dos animais acometidos com DA à esquerda apresentem quadro hipocalcêmico (Anderson, 2009).

Os principais fatores de risco para o desenvolvimento desta patologia são o período pós parto e a oferta de dietas altamente concentradas (Buergelt, Clark & Del Piero, 2017).

2.3.4. Prolapso uterino

O prolapso uterino (PU) ocorre normalmente nas primeiras 2 horas após o parto, podendo ocorrer até 24 horas após o mesmo, e consiste na inversão do útero através do canal de parto, ocorrendo, por isso, na terceira fase do trabalho de parto, após a saída do feto, quando o colo do útero ainda está dilatado (Simões & Stilwell, 2021).

Após a inversão total do útero, o corno uterino, o corpo do útero e o colo do útero são prolapsados para o exterior da vulva, como ilustrado na figura 8, deixado expostas ao ambiente as carúculas maternas, podendo, assim, comprometer o sistema vascular uterino (Simões & Stilwell, 2021).



Figura 11 - Prolapso uterino.

Fonte: NADIS, *National Animal Disease Information Service*

Para além disto, também a exposição à contaminação com fezes, terra ou coágulos sanguíneos são fatores de risco, sendo que os tecidos inicialmente aparentam estar saudáveis mas, após algumas horas, tornam-se edematosos (Juneja *et. al.*, 2022).

A maioria dos animais acometidos com PU apresenta sintomatologia de hipocalcémia, incluindo fraqueza, depressão, temperatura corporal diminuída, prostração e coma (Juneja *et. al.*, 2022). Estados hipocalcémicos são, assim, um dos principais fatores de risco para o desenvolvimento de PU (Simões & Stilwell, 2021).

2.3.5. Cetose

Esta é uma das doenças mais prevalentes em bovinos leiteiros, juntamente com a DA, a mastite, a metrite, a RP e a hipocalcémia (reconhecida por ser um fator de risco importante para outras patologias) (Cainzos *et al.*, 2022), estando associada a baixas concentrações de diversos minerais, entre os quais o Ca e o P (Ha *et al.*, 2022).

A cetose é frequentemente associada ao BEN, experienciado pelos animais no período de transição após o parto, uma vez que a lactação exige mais energia para a produção de leite do que a energia ingerida (Ha *et al.*, 2022).

2.3.6. Doenças infecciosas

A diminuição das reservas de Ca prejudica de forma direta a resposta celular ao estímulo de ativação, contribuindo, deste modo, para um estado de supressão imunitária (Weiller *et al.*, 2015).

2.3.6.1. Mastite

A mastite é uma doença de origem multifatorial influenciada pela patogénese do agente infeccioso e pelo próprio animal, uma vez que no período de transição ocorrem alterações metabólicas e hormonais capazes de deprimir o seu sistema imunitário (Fredebeul-Krein *et al.*, 2022).

O período parturiente bovino é considerado um fator de risco ao desenvolvimento de infeções intramamárias e mastite, uma vez que a glândula mamária está mais suscetível durante este período (Kehrli & Goff, 1989).

A depressão do sistema imunitário é o principal fator de risco associado ao desenvolvimento de mastite, da sua gravidade e manifestações clínicas, sendo o início da lactação considerado o período de maior e mais graves ocorrências desta patologia (Fredebeul-Krein *et al.*, 2022).

Apesar do grande número de agentes patogénicos causadores de mastite, esta pode ser dividida etiologicamente como mastite contagiosa ou ambiental, sendo que a primeira ocorre na ordenha através do contágio de agentes como *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, ou ainda *Streptococcus dysgalactiae*, enquanto a segunda ocorre através do contágio pelo ambiente de agentes como *Escherichia coli* e *Streptococcus uberis* (Scott, Penny & Macrae, 2011).

Para além destes agentes, outros microorganismos presentes em camas ou locais de abeberamento, como fungos e bacterias (*Pasteurella multocida* e *Bacillus spp.*), são frequentemente isolados em casos de mastite (Scott, Penny & Macrae, 2011).

Animais em estados hipocalcêmicos tendem a passar longos períodos de tempo em decúbito (Weiller *et. al.*, 2015), causando trauma à glândula mamária devido à força exercida sobre os tetos, e a sua proximidade ao solo permite o desenvolvimento de mastite ambiental (Oetzel, 1988).

A mastite está, assim, relacionada a estados hipocalcêmicos na medida em que o esfíncter dos tetos necessitam de Ca para o seu correto funcionamento, uma vez que, não conseguindo contrair corretamente, permitem a invasão bacteriana da glândula mamária (Goff, 2008; Weiller *et. al.*, 2015).

3. Descrição das Atividades Desenvolvidas

3.1. Local de Estágio

O presente estágio, realizado no período compreendido entre 28 de fevereiro de 2022 e 21 de maio de 2022, decorreu na clínica NisaVet na vila de Nisa, Distrito de Portalegre.

A clínica funciona apenas com horário diurno, à exceção dos casos de urgências noturnas em animais de produção. Durante o período da manhã a clínica funciona em modo ambulatorio, centrada nos animais de produção; o período da tarde é realizado na clínica, com a realização de consultas a animais de companhia, averbamento de passaportes e identificação de amostras sanguíneas recolhidas no período da manhã.

Apesar de recente, a NisaVet é uma clínica com uma carteira de clientes alargada e diversificada, predominantemente composta de animais de produção e abrangendo todo o Distrito de Portalegre realizando serviços de carácter obrigatório, obstetrícia, vacinações, desparasitações, testes de pré-movimentação (TPMs) e ainda consultas e urgências em regime de campo. Relativamente aos animais de companhia, a clínica realiza, entre outros, consultas de primovacinação e acompanhamento, aconselhamento nutricional e profilático, e ainda tratamento de lesões e traumatismos ligeiros a moderados.

A equipa NisaVet é composta pela Dra. Ana Sofia Sousa, pela Enf.^a Madalena Semedo, que apesar de ser uma equipa pequena é bastante organizada, empenhada e coordenada, permitindo uma maior e melhor aprendizagem.

3.2. Atividades Desenvolvidas

A aluna desenvolveu atividades em regime de campo das 8h às 13h, e em contexto de clínica de animais de companhia das 14:30h às 16:30h, perfazendo um total de 40 horas semanais.

Relativamente aos animais de produção, a aluna realizou e acompanhou diversas tarefas, destacando-se entre as principais as colheitas de amostras sanguíneas em intervenções de carácter obrigatório, tanto em acesso venoso coccígeo, como acesso venoso jugular, administrações parenterais, colocação de marcas auriculares e bolos ruminais, urgências obstétricas, incluindo duas cesarianas, tratamentos de traumatismos e miíases, tratamentos de doenças metabólicas, resolução de timpanismos e respetivas entubações, exames andrológicos e realização de fluidoterapias.

Para além destas atividades, a aluna teve oportunidade de aprofundar os seus conhecimentos e melhorar as capacidades relativamente ao sistema PISA, diariamente utilizado nas clínicas que realizam intervenções pecuárias de carácter obrigatório como os saneamentos. Este sistema permite manter um registo atualizado das explorações pecuárias a nível nacional, tornando-se uma ferramenta de trabalho essencial para a gestão e controlo de saúde animal. O PISA permite ainda a introdução dos parâmetros identificativos dos animais das explorações, bem como do seu estado de saúde ao nível das doenças infeto-contagiosas, contribuindo para o conceito de uma só saúde.

A aluna teve ainda oportunidade de visitar um pavilhão destinado à reprodução, engorda e abate de perús para consumo humano onde a Dr.^a Ana Sofia Sousa é a médica veterinária responsável, e um canil de matilhas de caça para realização da vacinação obrigatória do vírus da raiva.

Quanto aos animais de companhia, a aluna participou em diversas atividades, nomeadamente a contenção dos pacientes, a limpeza e *stock* do consultório, o cálculo e preparação de medicação, administrações parenterais e orais, serviços de higiene e *grooming*, limpeza e desinfeção de traumatismos ligeiros e miíases, colocação de identificação eletrónicas e realização ou troca de pensos.

A aluna auxiliou ainda no cumprimento da documentação correta de animais de companhia e averbamento de passaportes bovinos, ovinos e caprinos, tendo ainda a oportunidade de aprofundar conhecimentos sobre os sistemas SIAC e SNIRA.

3.3. Casuística

A casuística da NisaVet consiste essencialmente em atendimento a animais de produção, conforme ilustra a figura seguinte, relativamente ao número total de pacientes atendidos individualmente (cães, gatos, bovinos, ovinos e equinos, num total de 72 animais) durante o período de estágio da aluna, quer em contexto de consulta, quer em contexto de urgência. Para obtenção destes números foram excluídos os animais de produção consultados e tratados durante os procedimentos obrigatórios, uma vez que é comum existirem lesões recentes quando se fecham os animais para sua intervenção.

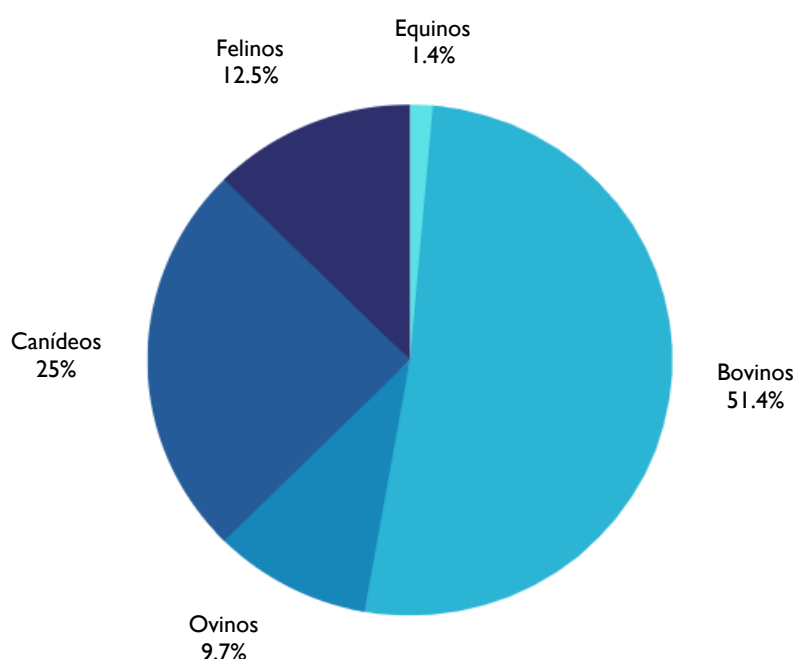


Figura 12 - Espécies atendidas em regime de consulta ou urgência durante o período de estágio da aluna. Fonte: Autora

É de salientar que na vertente de animais de produção, 73% dos clientes da NisaVet são produtores de bovinos de carne, seguindo-se os produtores de ovinos com 20% e finalmente dos caprinos com 7%. Na vertente de animais de companhia, mais de 60% dos clientes são tutores de cães, sendo os restantes tutores de gatos e menos de 1% é proprietário de coelhos, conforme os dados cedidos gentilmente pela Dr^a Ana Sofia Sousa.

3.4. Estudo da incidência de estados hipocalcémicos em bovinos de carne

O presente estudo tem como objetivo a identificação de casos de HSC e HC, de modo a saber a sua incidência em bovinos de carne, uma vez que sendo mais recorrente em bovinos leiteiros, existem poucos estudos nestas espécies.

A identificação de casos hipocalcémicos permite aos produtores saberem quantos animais na sua exploração estão mais suscetíveis ao desenvolvimento de qualquer patologia associada e a tomar medidas preventivas, nomeadamente no maneo alimentar e na suplementação, como previamente descrito.

Este estudo foi desenvolvido em quinze explorações de bovinos de carne do Distrito de Portalegre, cujos produtores consentiram com a colheita e análise das amostras obtidas sem qualquer custo.

3.4.1. Materiais e Métodos

Com o objetivo de obter uma ampla variedade de animais por exploração, foi determinada a colheita de 10% de cada uma das quinze explorações propostas a estudo, onde foram recolhidas um total de 273 amostras sanguíneas, como ilustra a figura 13, de fêmeas em estado reprodutivo ativo, entre os 6 e os 9 meses de gestação.

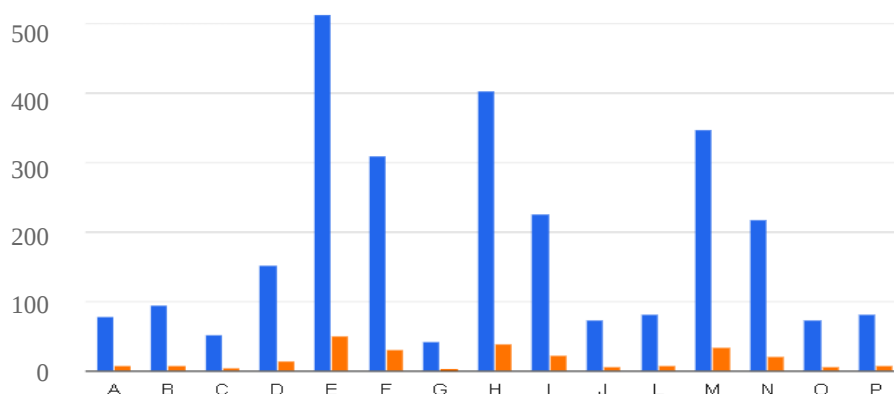


Figura 13 - Relação entre o número total de animais por exploração (azul) e o número de amostras recolhidas (laranja). Fonte: Autora

Os animais foram selecionados aleatoriamente durante intervenções de caráter obrigatório.

Ao longo de três meses, foram recolhidas 273 amostras sanguíneas em tubos de vácuo através do acesso venoso coccígeo, que foram mantidas refrigeradas em geleiras até à chegada ao consultório, onde eram então colocadas no frigorífico a uma temperatura de 4°C.

As amostras foram enviadas para o laboratório DNATech, para análise de cálcio plasmático.

3.4.2. Resultados

Apenas 7 das 273 amostras recolhidas e analisadas revelaram concentrações séricas de Ca inferiores a 8 mg/dL, apresentando-se os resultados na figura seguinte.

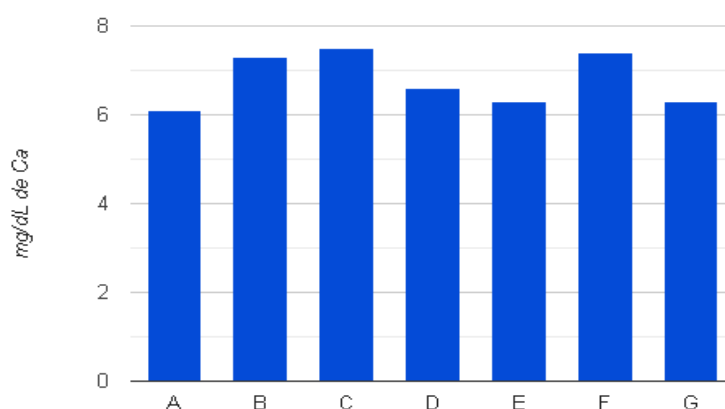


Figura 14 - Concentrações sanguíneas de Ca (em mg/dL) correspondente aos animais identificados com HSC. Fonte: Autora.

Os animais identificados em estado hipocalcémico foram suplementados com *bolus* de Ca PO, não desenvolvendo patologias associadas, exceto um que não foi suplementado e acabou por desenvolver um quadro de distócia associada a hipocalcémia.

3.5. Casos clínicos

Caso clínico “Espiga”

A Espiga, uma vaca de 9 anos de idade, no final da gestação, foi um dos animais aleatoriamente selecionados para análise cálcica. O seu resultado de 6.1mg/dL de Ca sérico indicava um estado hipocalcémico subclínico, não tendo sido, no entanto, suplementada por opção do produtor. Após duas semanas da obtenção do diagnóstico, a NisaVet recebeu uma chamada de urgência, pois a Espiga tinha iniciado o trabalho de parto, mas não existia progressão fetal.

À chegada à exploração e após exame físico ao animal, constatou-se que a Espiga apresentava um quadro clínico de distócia, uma vez que apenas as extremidades dos membros anteriores fetais eram visíveis, não existindo evidências de contrações abdominais nem uterinas para expulsão fetal. Infelizmente, o feto já não se encontrava vivo há pelo menos há 24 horas, como se constatou pelo odor a putrefação e pela ausência de reflexos fetais, recorrendo-se, assim, à administração de anestesia epidural na Espiga para realização das técnicas de fetotomia e tração manual, através do macaco obstétrico, para extração do feto em decomposição, como ilustram nas figuras seguintes.



Figura 15 – Fetotomia do membro anterior direito. Fonte: Autora.



Figura 16 – Extração mecânica do feto com o auxílio do macaco obstétrico. Fonte: Autora.

A fetotomia foi realizada nos membros anterior e posterior direitos, uma vez que, devido ao estado de decomposição, o feto se encontrava edemaciado, impedindo a sua extração completa de uma só vez.

Após a fetotomia e extração do feto, foram administrados cerca de 400ml IV de gluconato de cálcio a 23% durante um período de cerca de 10 minutos, com o objetivo de restabelecer a calcémia. Foram ainda administrados antibióticos via intra uterina e intramuscular (IM), de modo a prevenir o choque séptico provocado pelos microorganismos resultantes da decomposição fetal, no entanto, já se observavam melhorias no estado geral da Espiga.

Após três dias de controlo alimentar estrito e suplementação oral de Ca, a NisaVet voltou à exploração para observação da Espiga. Foi recolhida uma nova amostra sanguínea para determinar o estado das concentrações de Ca da Espiga, cujo resultado de 8.2 mg/dL confirmava o diagnóstico prévio de distócia associada a HSC.

Caso clínico “Tremoço”

O Tremoço, um bezerro com cerca de 6 semanas de vida cuja progenitora morreu por intoxicação por rabaça (*Oenanthë crocata*), estava desaparecido há três dias e foi encontrado pelo produtor gravemente desidratado, em decúbito, depressivo e irresponsivo a estímulos, devido à ausência de ingestão de leite durante o período do seu desaparecimento.

A NisaVet foi, assim, chamada de urgência à exploração. À chegada, e após exame físico onde se constatou que o Tremoço apresentava uma taquicardia evidente (cerca de 122 bpm), a temperatura retal diminuída (37,4°C), ausência de reflexo anal, hipotensão profunda, períodos convulsivos, extremidades frias à palpação e dilatação pupilar sem resposta, como ilustam as figuras 17 e 18.



Figura 17 – Quadro depressivo profundo e visível desidratação periorbital. Fonte: Autora.



Figura 18 – Dilatação pupilar irresponsiva a estímulos. Fonte: Autora.

Foi recolhida, com dificuldade devido à grave hipotensão do animal, uma amostra sanguínea da veia jugular, para posterior análise de Ca. O Tremoço foi coberto com mantas para evitar o declínio da sua temperatura corporal, e iniciou-se o tratamento com a administração oral de Nutrivet total 100g, um estabilizador hidroeletrólítico em pó formulado especificamente para bezerros e cordeiros, cuja composição analítica de Ca corresponde a 0,8%.

No entanto, o quadro clínico progrediu para um estado comatoso e totalmente irresponsivo, entrando mais tarde em paragem cardiorespiratória. Foi realizada uma ressuscitação cardiopulmonar bem-sucedida, mas sem sinais de recuperação de consciência por parte do Tremoço, que acabaria por ir a óbito alguns minutos depois.

A amostra sanguínea recolhida do Tremoço foi enviada para laboratório para análise, onde o seu resultado de 4.2 mg/dL de Ca confirmava o diagnóstico de hipocalcémia clínica.

4. Análise Crítica e Propostas de Melhoria

4.1. Análise crítica

4.1.1. Análise Crítica do Tema

A hipocalcemia é um distúrbio metabólico que ocorre em bovinos no período peri parto devido à rápida mobilização do Ca sérico para a glândula mamária, para produção de leite. Esta pode ser classificada em hipocalcemia clínica ou subclínica, sendo esta última assintomática, podendo passar despercebida (Engelking, 2012; Albornoz *et al.*, 2016; Villarreal *et al.*, 2019).

No caso da Espiga, a sua concentração sérica de 6.1 mg/dL de Ca nas duas semanas anteriores ao parto indicavam um quadro de HSC assintomática, sendo que, segundo Neves *et al.* (2017), animais com valores cálcicos inferiores a 9 mg/dL durante este período possuem maior probabilidade de desenvolver este distúrbio pós-parto.

Segundo Simões & Stilwell (2021), os estados hipocalcêmicos causam diminuição da função neuromuscular, sendo por isso, a ausência de contrações uterinas e abdominais da Espiga sustentadas pelo diagnóstico de hipocalcemia, que apesar de evidente, poderia ter sido confirmado não só pelas concentrações séricas de Ca, mas também pelas de Mg, de acordo com Engelking (2012).

O principal fator de risco para o desenvolvimento de HSC na Espiga foi, segundo Hernández-Castellano, Hernandez & Bruckmaier (2019), o seu elevado número de lactações, sendo que, com o passar dos anos, os mecanismos de homeostase cálcicos dos animais se tornam menos eficientes.

A etiologia de estados hipocalcêmicos não parturientes está relacionada, de acordo com Albornoz *et al.* (2016), com distúrbios no mecanismo da homeostase de Ca, podendo ser ainda, segundo Thomas (2009), causada dieteticamente pelo excesso ou deficiência da ingestão de Ca e P, sendo por isso pouco comum em animais com acesso a pastagens de qualidade, nomeadamente bovinos de aptidão cárnica em regime extensivo.

No caso do Tremoço, com apenas 6 semanas de vida e estando ainda dependente do leite materno, rico em Ca, a sua supressão alimentar levou ao desenvolvimento do quadro grave com que foi encontrado. A sintomatologia apresentada pelo Tremoço é coincidente, de acordo com Scott, Penny & Macrae (2011), com a segunda fase do quadro clínico de HC, onde a presença de sinais clínicos como estado depressivo profundo, decúbito esternal, perda de reflexo anal, reflexos pupilares reduzidos, e ainda hipotermia e taquicardia eram evidentes.

O tratamento para casos de HC, de acordo com Hernández-Castellano, Hernandez & Bruckmaier (2019), passa pela administração IV de soluções à base de Ca, no entanto, tal não foi possível devido à grave hipotensão apresentada pelo Tremoço, pelo que o seu óbito seria expectável, uma vez que as soluções administradas oralmente demoram mais tempo a atingir o seu potencial terapêutico, como descrito por Schenck *et. al.* (2006) e Goff (2008).

De acordo com Seifi & Kia (2017), apesar dos desenvolvimentos recentes na prevenção de hipocalcémia, esta continua a causar grandes impactos económicos aos produtores e à saúde, produção e fertilidade dos animais acometidos.

4.1.2. Análise Crítica do Estudo

Relativamente à realização do presente estudo, existem alguns fatores que poderão influenciar os resultados obtidos, nomeadamente o facto de apenas ter sido avaliado o parâmetro bioquímico de Ca sérico, sem complemento de outros minerais, o que poderá implicar que estes animais possuam outro distúrbio que influencie a homeostase cálcica, como a hipofosfatémia, ou que sofram de patologias que interfiram nos seus mecanismos homeostáticos, como o hiperparatireóidismo primário, por exemplo, como referido por Engelking (2012).

Isto significa que alguns dos animais identificados como hipocalcémicos, para além de baixos níveis de Ca, possam, na verdade, apresentar défices em diferentes parâmetros bioquímicos, como por exemplo, o Mg, o P e ainda o K, de acordo com Engelking (2012) e Xu *et. al.* (2017).

As consequências de um diagnóstico incorreto de hipocalcémia podem levar a um tratamento que suprima as necessidades de Ca momentaneamente mas que, etiológicamente, não atuem na origem do distúrbio, podendo futuramente agravar o estado de saúde do animal.

Um exemplo disto é, de acordo com o artigo *Secondary hyperparathyroidism: a chronic kidney disease complication* (2016), a realização do tratamento indicado para estados hipocalcémicos num animal com insuficiência renal crónica. Nestes casos, é normal que o animal recupere a sua calcémia momentaneamente, mas que com o passar do tempo volte a diminuir as suas concentrações séricas de Ca, uma vez que nesta patologia existe perda irreversível da função renal, o que resulta numa baixa taxa de reabsorção de Ca renal.

4.1.3. Análise Crítica do Estágio

A aluna realizou o estágio curricular na NisaVet, num período de três meses, desenvolvendo atividades em regime clínico e de ambulatório. O regime diário inicia-se da parte da manhã na vertente de animais de produção, onde se transita entre diversas explorações para a realização de serviços como vacinações, desparasitações, intervenções de carácter obrigatório (como o teste intradérmico comparativo para despiste de tuberculose), recolhas de amostras sanguíneas, identificações animais, entre outras.

Da parte da tarde, o regime da NisaVet inicia-se com a identificação de amostras sanguíneas recolhidas no período da manhã, e com as consultas a animais de companhia. Estas consultas constam maioritariamente de vacinações e desparasitações, bem como de colocações de identificação eletrónica, na qual a aluna teve oportunidade de contactar com sistema SIAC, a nova plataforma de identificação de animais de companhia.

Para além das consultas agendadas, a NisaVet atende também casos clínicos pouco urgentes como traumatismos ligeiros, desinfeção de feridas, trocas de pensos, limpeza de miíasses, entre outros, uma vez que não possui unidade de internamento nem cirurgia.

Uma vez que a equipa da NisaVet é pequena, isto permitiu que a aluna contactasse com diversas tarefas diariamente, tendo obtido bastante experiência prática e autonomia. Durante o período de três meses, a aluna teve, assim, oportunidade de realizar diversas tarefas e participar em diferentes atividades, cumprindo praticamente todos os seus objetivos previamente estabelecidos, descritos na figura seguinte.

Área	Objetivo	Realizado
Animais de Produção (bovinos, ovinos, caprinos, equinos)	Contenção de animais	Sim
	Colheita sanguínea coccígea / jugular	Sim
	Colocação catéter IV	Sim
	Preparação de medicação	Sim
	Administração de medicação PO/IM/IV/SC	Sim
	Palpação retal	Sim
	Urgência obstétrica	Sim
	Auxílio em cesariana	Sim
	Colocação identificação auricular	Sim
	Colocação bolo intraruminal	Sim
Animais de Companhia (cães, gatos, coelhos)	Contenção de animais	Sim
	Colheita sanguínea jugular/cefálica	Não
	Colocação de catéter IV	Não
	Preparação de medicação	Sim
	Administração de medicação PO/IM/SC	Sim
	Acompanhamento e apoio a consultas	Sim
	Procedimentos higiénicos	Sim
	Procedimentos estéticos	Não
	Colocação de identificação eletrónica	Sim
Atendimento ao cliente	Atendimento telefónico	Não
	Serviço de receção	Sim
	Venda ao cliente	Sim
Higiene e Limpeza	Limpeza do consultório	Sim
	Limpeza e preparação de material cirúrgico	Sim
	Organização e stock do material de ambulatório	Sim

Figura 19 - Objetivos propostos e cumpridos / não cumpridos da aluna. Fonte: Autora.

4.2. Propostas de melhoria

Durante o estágio realizado, a aluna adquiriu diversas competências que considera importantes para o seu futuro envolvimento na profissão, salientando, no entanto, alguns pontos a melhorar, principalmente na vertente de atendimento ao cliente, que, sendo expectável que os alunos ainda não possuam estes conhecimentos, não deixa de ser um ponto importante e muitas vezes crucial na escolha de um futuro enfermeiro, onde a aluna ainda se sente pouco confortável.

Também relativamente a aspetos práticos, nomeadamente no pouco contacto com algumas espécies ou com determinadas técnicas, a aluna sentiu que poderia ter tido um melhor desempenho, bem como no insuficiente conhecimento de fármacos e seus respetivos princípios ativos e vias de administração, que despertaram na aluna a necessidade de aquisição de conhecimentos nesta área particular.

Ainda no campo prático, e sendo que o consultório da NisaVet não realiza procedimentos cirúrgicos a animais de companhia, a aluna sentiu necessidade de aprofundar os seus conhecimentos de anatomia animal durante cirurgias em animais de produção, uma vez que, infelizmente, as necrópsias neste tipo de animais são raras por serem animais de grande porte e de transporte dispendioso.

5. Considerações Finais e Perspetivas Futuras

5.1. Considerações Finais

O presente relatório permitiu à aluna aprofundar os seus conhecimentos sobre as áreas de anatomia e fisiologia animal, patologia médica, doenças infecciosas e ainda reprodução e obstetrícia, área de preferência da aluna.

Estes conhecimentos são a base do regime diário de médicos veterinários especializados em animais de produção, principalmente a reprodução, uma vez que é esta o sustento das explorações.

A hipocalcémia é um distúrbio metabólico comum em bovinos leiteiros no período de transição, em explorações de regime intensivo ou semi-intensivo. Estes animais são selecionados para produção em quantidade e qualidade, aumentando as suas exigências fisiológicas, o que deixa os animais suscetíveis ao desenvolvimento de distúrbios metabólicos, nomeadamente a hipocalcémia.

Opostamente, os bovinos de carne, geralmente explorados em regime extensivo, apresentam uma baixa incidência de estados hipocalcémicos devido à sua menor produção leiteira e à qualidade das forragens onde pastam.

A prevenção de estados hipocalcémicos passa, assim, principalmente pelo manejo dietético dos animais, onde explorações em regime intensivo necessitam de um maior gasto económico para garantir o bom funcionamento homeostático de Ca dos seus bovinos, uma vez que estes não têm acesso a pastagem e são alimentados exclusivamente com rações. Nas explorações em regime extensivo os bovinos pastam livremente, ingerindo diversas fontes de macrominerais, particularmente o Ca, não sendo necessária, por isso, a suplementação destes animais.

Estados hipocalcêmicos são comuns no período de transição em bovinos, uma vez que o Ca é rapidamente movimentado para a glândula mamária para a produção de leite. Em animais saudáveis, os mecanismos homeostáticos responsáveis por enfrentar as altas exigências de Ca (a PTH e o calcitriol) procedem à absorção intestinal de Ca e à sua reabsorção renal, pelo que o animal consegue ultrapassar a crise hipocalcêmica sem necessitar de intervenção médica. No entanto, animais que possuam anomalias nos seus mecanismos homeostáticos de Ca, que sofram de patologias que influenciem os mesmos, ou ainda animais mais velhos com dificuldade na mobilização de Ca, não conseguem recuperar sozinhos da crise hipocalcêmica.

Os métodos de diagnóstico para a hipocalcemia passam pela recolha de amostras sanguíneas, urinárias ou ainda por uma biópsia ao fígado, sendo a concentração sérica total de Ca o método mais utilizado pela sua praticidade.

Os estados hipocalcêmicos podem apresentar-se nas fases clínica (< 5.5 mg/dL de Ca) ou subclínica (8.0 a 5.5 mg/dL de Ca), onde a HC se divide em três fases de sintomatologia progressiva: na primeira fase podem ser observáveis tremores musculares, fraqueza, nervosismo e excitação, com ausência de decúbito; na segunda fase a excitação dá lugar a um quadro depressivo, a uma paralisia flácida característica e à presença de decúbito esternal com torção lateral do pescoço, dilatação pupilar, perda de reflexos e diminuição da perfusão periférica e temperatura corporal; a terceira fase é caracterizada pelo decúbito lateral progredindo para um estado comatoso, podendo culminar na morte do animal.

A HSC, por outro lado, é um dos principais fatores de risco ao desenvolvimento de inércia uterina e ruminal, o que predispõe os animais acometidos ao aparecimento de patologias como distócia, RP, PU, DA, cetose, e ainda mastite. O controlo destes animais pode ser efetuado através da análise dos valores séricos de Ca, que, quando inferiores a 9 mg/dL no período pré parto, podem levar ao desenvolvimento de HSC pós parto.

A aluna considerou o presente tema de grande relevância, e os resultados obtidos no estudo superaram as suas expectativas. Os sete animais identificados neste estudo com HSC e o caso clínico de um bezerro com HC, que acabou por ir a óbito, provam a importância do Ca no organismo destes bovinos, e não apenas nos de aptidão leiteira.

5.2. Perspetivas Futuras

Futuramente, e com a presença das alterações climáticas, estima-se que as pastagens venham a perder grande parte do seu valor nutritivo devido aos períodos de seca cada vez mais intensos, especialmente na região do Alentejo. Este fator poderá desencadear um aumento dos distúrbios metabólicos em bovinos de carne, uma vez que a qualidade dietética das pastagens tenderá a diminuir.

Isto significa que, no futuro, as atuais pastagens compostas geralmente de herbáceas espontâneas poderão necessitar de ser regadas ou semeadas, ou que os animais necessitarão de ser suplementados, o que causará grande impacto económico aos produtores de bovinos de carne.

A aluna considera importante a investigação e os novos desenvolvimentos na área dos animais de produção, uma vez que estes fazem parte do setor primário da alimentação. A saúde, alimentação e bem-estar animal permitem a produção de carne de qualidade, pelo que aluna considera também de grande importância a regular monitorização e vigilância médico-veterinária nas explorações de animais para consumo humano. Isto permite um controlo higiénico-sanitário e de bem-estar animal, diminuindo o risco de contração de doenças infecciosas ou zoonóticas.

Em relação às futuras perspetivas da aluna, esta ambiciona desenvolver conhecimentos nas áreas de reprodução e obstetrícia, nomeadamente ultrassonografia reprodutiva e inseminação artificial. A aluna considera importante a especialização de enfermeiros veterinários, não só em animais de companhia como também em animais de produção. Deste modo, o enfermeiro veterinário torna-se mais especializado numa área específica, o que poderá permitir uma atuação mais autónoma e eficaz no auxílio ao médico veterinário.

6. Bibliografia

A. Ghosh & S. Joshi. (2008). "Disorders of calcium, phosphorus and magnesium metabolism". The Journal of the Association of Physicians of India, Vol. 56. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/23566656>

B. McSherry, D. Maplesdent & H. Braniont. (1960). "Ketosis in cattle: a review". Can. Vet. Jour., Vol. 1 (5).

C. Buergelt, E. Clark & F. Del Piero. (2017). "Bovine pathology: a text and colour atlas". Londres, GABI Editora.

C. Xu, H. Zhang, C. Xia, L. Wu, J. Zheng, S. Sang & J. Yang. (2011). "Incidence of hypocalcemia and its Ca homeostatis mechanism in periparturient cows from three intensive dairy farms of Heilongjiang". Dairy Cows, Cap. 6. Páginas 155-167. China, Nova Science Publishers Editora.

D. Anderson. (2009). "Pathophysiology of displacement of the abomasum in cattle". Cap. XII. DOI: 10.1016/B978-141603591-6.10012-0

D. Bauman & W. Currie. (1980). "Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis". Journal of Dairy Sciences, Vol. 36. Páginas 1514-1529.

E. Bettencourt & R. Romão. (2013). "Patologia e clínica de espécies pecuárias". Sebenta de apoio à UC de Patologia e Clínica de Espécies Pecuárias, Universidade de Évora.

E. Dervishi & B. Ametaj. (2017). "Milk fever: reductionist versus systems veterinary approach". Periparturient Diseases of Dairy Cows, Cap. 12. Páginas 247-266. DOI: 10.1007/978-3-319-43033-1_12

F. Fredebeul-Krein, A. Schmenger, N. Wente, Y. Zhang & V. Krömker. (2022). "Factors associated with the severity of clinical mastitis". Pathogens, Vol. 11 (10). Páginas 1-14. DOI: doi.org/10.3390/pathogens11101089

G. Oetzel. (1988). "Parturient Paresis and Hypocalcemia in Ruminant Livestock". Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, Vol. 4 (2). Páginas 351-364.

G. Oetzel. (2022). "Feed Supplements: Anionic Salts". Encyclopedia of Dairy Sciences. Páginas 503-509. DOI: doi.org/10.1016/B978-0-12-818766-1.00370-6

G. Purohit, Y. Barolia, C. Shekhar & P. Kumar. (2011). "Maternal dystocia in cows and buffaloes: a review". Open Journal of Animal Sciences, Vol. 1 (2). Páginas 41-53. DOI: doi:10.4236/ojas.2011.12006

H. El-Samad, J. Goff & M. Khammash. (2002). "Calcium homeostasis and parturient hypocalcemia: an integral feedback perspective". Journal of Theoretical Biology, Vol. 214. Páginas 17-29. DOI: 10.1006/jtbi.2001.2422

H. Thomas. (2009). "The cattle health handbook". Missouri, Storey Editora.

H. Seifi & S. Kia. (2017). "Subclinical hypocalcemia in dairy cows: pathophysiology, consequences and monitoring". Iranian Journal of Veterinary Science and Technology, Vol. 9 (2). Páginas 1-15. DOI: 10.22067/veterinary.v9i2.69198

I. Merdana, I. Prasetya, I. Sulabda, A. Arjana & Samsuri. (2020). "Changes in blood calcium concentrations in Bali cattle during the periparturient period". Journal of Veterinary and Animal Sciences, Vol. 3 (2). DOI: doi.org/10.24843/JVAS.2020.v03.i02.p03

I.Y. Kuo & B. E. Ehrlich. (2015). "Signaling in muscle contraction". Cold Spring Harb Perspect Biol, Vol. 7(2). DOI: 10.1101/cshperspect.a006023

J. Cainzos, C. Andreu-Vasquez, M. Guadagnini, A. Rijpert-Duvivier & T. Duffield. (2022). "A systematic review of the cost of ketosis in dairy cattle". Journal of Dairy Science, Vol 105. Páginas 6175–6195. DOI: doi.org/10.3168/jds.2021-21539

J. Goff. (2008). "The monitoring, prevention, and treatment of milk fever and subclinical hypocalcemia in dairy cows". The Veterinary Journal, Vol. 176 (1). Páginas 50-57. DOI: doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.12.020

J. Goff, A. Hohmen & L. Timms. (2020). "Effect of subclinical and clinical hypocalcemia and dietary cation-anion difference on rumination activity in periparturient dairy cows". *Journal of Dairy Sciences*, Vol. 103 (3). Páginas 2591-2601. DOI: doi.org/10.3168/jds.2019-17581

J. Roche, D. Dalley & F. O'Mara. (2007). "Effect of a metabolically created systemic acidosis on calcium homeostasis and the diurnal variation in urine pH in the non-lactating pregnant dairy cow". *Journal of Dairy Research*, Vol. 74 (1). Páginas 34-39. DOI: doi.org/10.1017/S0022029906002123

J. Simões & G. Stilwell. (2021). "Calving Management and Newborn Calf Care". Suíça: Springer Editora.

K. Seyrek-Intas, D. Seyrek-Intas, K. Failing, Y. Mecitoglu & H. Bostedt. (2013). "Relation between intravascular electrolyte level and course of parturition in dairy cows". *Tierärztliche Praxis Großtiere*, Vol. 4. Páginas 1-8. DOI: 10.1055/s-0038-1623185

L. Albornoz, J. Albornoz, M. Morales & L. Fidalgo. (2016). "Hipocalcemia puerperal bovina: revisión". *Veterinaria (Montevideo)*, Vol. 52 (201). Páginas 28-38.

L. Albornoz, J. Albornoz, J. Fidalgo, L. Espinho, M. Morales, G. Rupprechter, J. Piaggio & J. Verdes. (2017). "Estudio comparativo de los niveles de calcio, fosforo y magnesio durante el parto en vacas lecheras en diferentes sistemas de producción en Uruguay y España". *Veterinaria (Montevideo)*, Vol. 53 (205). Páginas 4-12.

L. Caixeta, P. Ospina, M. Capel & D. Nydam. (2015). "The association of subclinical hypocalcemia, negative energy balance and disease with bodyweight change during the first 30 days post-partum in dairy cows milked with automatic milking systems". *The Veterinary Journal*, Vol. 204. Páginas 150-156. DOI: doi.org/10.1016/j.tvjl.2015.01.021

L. Engelking. (2012). "Metabolic and endocrine physiology". Jackson, Tenton New Media Editora.

L. Hernández-Castellano, L. Hernandez & R. Bruckmaier. (2019). "Review: endocrine pathways to regulate calcium homeostasis around parturition and the prevention of hypocalcemia in periparturient dairy cows". *ANIMAL*, Vol. 14 (2). Páginas 330-338. DOI: 10.1017/S1751731119001605

M. Kehrli & J. Goff. (1989). "Periparturient hypocalcemia in cows: effects on peripheral blood neutrophil and lymphocyte function". *Journal of Dairy Science*, Vol. 72 (5). Páginas 1188-1196. DOI: doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79223-7

M. Mekonnen & N. Moges. (2016). "A review of dystocia in cows". *European Journal of Biological Sciences*, Vol. 8 (3). Páginas 91-100. DOI: 10.5829/idosi.ejbs.2016.91.100

M. Miesner & D. Anderson. (2008). "Management of uterine and vaginal prolapse in the bovine". *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, Vol. 24 (2). Páginas 409-419. DOI: doi.org/10.1016/j.cvfa.2008.02.0080

M. Weiller, J. Feijó, R. Pereira, M. Correa, F. del Pino, V. Rabassa & C. Brauner. (2015). "Subclinical hypocalcemia and its relation with immunity in dairy cows: a review". *Science and Animal Health*, Vol. 3 (1). Páginas 78-93.

M. Wilkens, C. Nelson, L. Hernandez & J. McArt. (2020). "Symposium review: transition cow calcium homeostasis - health effects of hypocalcemia and strategies for prevention", Vol. 103 (2). Páginas: 2909-2927. DOI: doi.org/10.3168/jds.2019-17268

N. Martinez, C. Risco, F. Lima, R. Bisinotto, L. Greco, E. Ribeiro, F. Maunsell, K. Galvão & J. Santos. (2012). "Evaluation of periparturient calcium status, energetic profile, and neutrophil function in dairy cows at low or high risk of developing uterine disease". *Journal of Dairy Science*, Vol. 95. Páginas 7158-7172. DOI: doi.org/10.3168/jds.2012-5812

P. Chenoweth & M. Sanderson. (2005). "Beef practice: cow-calf production medicine". Victoria, Blackwell Editora.

P. DeGaris & I. Lean. (2008). "Milk fever in dairy cows: A review of pathophysiology and control principles". *The Veterinary Journal*, Vol. 176 (1). Páginas 58-69. DOI: doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.12.029

P. Moisan. (1994). "Hypocalcemia in a herd of aged beef cows". Can.Vet. J., Vol. 35. Páginas 714-715.

P. Schenck, D. Chew, L. Nagode & T. Rosol. (2006). "Disorders of calcium: hypercalemia and hypocalcemia". DOI: 10.1016/B0-72-163949-6/50009-6

P. Scott, C. Penny & A. Macrae. (2011). "Cattle medicine". Londres, Manson Editora.

R. Blair. (2021). "Nutrition and feeding of organic cattle". Oxfordshire, CABI Editora.

R. Juneja, A. Sain, K. Bansal, I. Harizan & A. Katara. (2022). "Mini review on uterine prolapse in bovine: treatment and management". The Pharma Journal, Vol. 11 (7). Páginas 1229-1231.

R. Neves, B. Leno, T. Stokol, T. Overton & J. McArt. (2017). "Risk factors associated with postpartum subclinical hypocalcemia in dairy cows". Journal of Dairy Science, Vol. 100. Páginas 3796–3804. DOI: doi.org/10.3168/jds.2016-11970

R. Porto, M. Truite, S. Bucharles & A. Hauser. (2016). "Secondary hyperparathyroidism: a Chronic Kidney Disease complication". RBAC, revista brasileira de análises clínicas.

S. Ha, S. Kang, M. Han, J. Lee, H. Chung, S. Oh, S. Kim & J. Park. (2022). "Predicting ketosis during the transition period in Holstein Friesian cows using hematological and serum biochemical parameters on the calving date". Scientific Reports, Vol. 12 (853). DOI: doi.org/10.1038/s41598-022-04893-w

S. Parish. (2022). "Non-infectious diseases: displaced abomasum". Encyclopedia of Dairy Sciences. Páginas 386-390. DOI: doi.org/10.1016/B978-0-12-818766-1.00061-1

T. Herdt & R. Smith. (2013). "Metabolic diseases of dairy cattle". Pennsylvania, Elsevier Editora.

U. Braun, K. Nuss, S. Reif, M. Hilbe & C. Gerpach. (2022). “Left and right displaced abomasum and abomasal volvulus: comparison of clinical, laboratory and ultrasonographic findings in 1982 dairy cows”. *Acta Veterinaria Scandinavica*, Vol. 64 (40). DOI: doi.org/10.1186/s13028-022-00656-9

V. Villarreal, A. López-Ortega, A. Márquez & Y. Márquez. (2019). “Efecto de la suplementación preparto con cloruro de calcio sobre la concentración sérica de minerales y aspectos productivos en vacas Carora”. *Journal of Dairy Science*, Vol. 30 (1). Páginas 201-213. DOI: doi.org/10.15381/rivep.v30i1.15675

W. Chamberlin, J. Middleton, J. Spain, G. Johnson, M. Ellersieck & P. Pithua. (2013). “Subclinical hypocalcemia, plasma biochemical parameters, lipid metabolism, postpartum disease, and fertility in postparturient dairy cows”. *Journal of Dairy Science*, Vol. 96. Páginas 7001-7013. DOI: [doi.org/ 10.3168/jds.2013-6901](https://doi.org/10.3168/jds.2013-6901)

W. Reece & E. Rowe. (2017). “Functional Anatomy and Physiology of Domestic Animals”. Nova Deli, Blackwell Editora.

Y. Qu, A. Fadden, M. Traber & G. Bobe. (2014). “Potential risk indicators of retained placenta and other diseases in multiparous cows”. *Journal of Dairy Science*, Vol. 97. Páginas 4151–4165. DOI: [doi.org/ 10.3168/jds.2013-7154](https://doi.org/10.3168/jds.2013-7154)

Z. Wu, J. Bernard, K. Zanzalari & J. Chapman. (2014). “Effect of feeding a negative dietary cation-anion difference diet for an extended time prepartum on postpartum serum and urine metabolites and performance”. *Journal of Dairy Science*, Vol. 97. Páginas 7133–7143. DOI: [doi.org/ 10.3168/jds.2014-8273](https://doi.org/10.3168/jds.2014-8273)