



DOUGLAS GARCIA PEREIRA

**PROPOSTA DE TÉCNICAS DE BLOQUEIO PERINEURAL
NA FACE PALMAR DA REGIÃO DISTAL DO MEMBRO
TORÁCICO DE BOVINOS**

**LAVRAS – MG
2025**

DOUGLAS GARCIA PEREIRA

**PROPOSTA DE TÉCNICAS DE BLOQUEIO PERINEURAL NA FACE PALMAR DA
REGIÃO DISTAL DO MEMBRO TORÁCICO DE BOVINOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Ciências veterinárias, área de concentração em clínica, cirurgia e patologia veterinária, para a obtenção do título de Doutor.

Orientador

Prof. Dr. Antonio Carlos Cunha Lacreta Junior

Coorientador

Prof. Dr. Rodrigo Norberto Pereira

Coorientador

Dr. Bruno Fornitano Cholfe

**LAVRAS – MG
2025**

**Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração
de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com
dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Pereira, Douglas Garcia.

Proposta de técnicas de bloqueio perineural na face palmar da região distal do membro torácico de bovinos / Douglas Garcia Pereira. - 2025.

56 p. : il.

Orientador: Antonio Carlos Cunha Lacrete Junior

Coorientador: Rodrigo Norberto Pereira

Coorientador: Bruno Fornitano Cholfe

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2025.

Bibliografia.

1. Neuroanatomia. 2. Semiologia. 3. Buiatria. 4. Lesões podais. 5. Bloqueios perineurais. I. Carlos Cunha Lacrete Junior, Antonio . II. Norberto Pereira, Rodrigo. III. Fornitano Cholfe, Bruno. IV. Universidade Federal de Lavras. V. Título.

DOUGLAS GARCIA PEREIRA

**PROPOSTA DE TÉCNICAS DE BLOQUEIO PERINEURAL NA FACE PALMAR
DA REGIÃO DISTAL DO MEMBRO TORÁCICO DE BOVINOS**

**PROPOSAL OF PERINEURAL BLOCK TECHNIQUES ON THE PALMAR SIDE
OF THE DISTAL REGION OF THE THORACIC LIMB OF CATTLE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Ciências veterinárias, área de concentração em clínica, cirurgia e patologia veterinária, para a obtenção do título de Doutor.

Aprovado em 30 de junho de 2025.

| | |
|---|-------|
| Prof. Dr. Antonio Carlos Cunha Lacreta Junior | UFLA |
| Prof. Dr. Bruno Fornitano Cholfe | UNESP |
| Prof. Dr. Marcos Ferrante | UFLA |
| Prof. Dr. Paulo José Bastos Queiroz | UFG |
| Prof. Dr. Rafael Resende Faleiros | UFMG |

Orientador

Prof. Dr. Antonio Carlos Cunha Lacreta Junior

Coorientador

Prof. Dr. Rodrigo Norberto Pereira

Coorientador

Dr. Bruno Fornitano Cholfe

**LAVRAS – MG
2025**

*A minha família, em especial a meu pai José Pereira (in
memoriam) e a minha mãe Maria de Lourdes, que
sempre me apoiaram e incentivaram.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus e Nossa Senhora Aparecida, por sempre me proteger e guiar,

Aos meus pais Zé Pereira (*in memoriam*) e Maria de Lourdes, por serem um exemplo de vida, sempre acreditando, incentivando e me apoiando nas decisões. Pela compreensão em momentos de dificuldades durante minha trajetória até aqui.

À minha irmã pelo apoio e incentivo.

A todos meus familiares, em especial a Tia Hilda, que me incentivou e auxiliou para que eu não desistisse de fazer o curso de medicina veterinária.

Aos meus orientadores de monitorias e iniciação científica na graduação, Maria Cristina, Zé Antônio e Everton que sempre me incentivaram a procurar conhecimentos e desenvolver habilidades extracurriculares, além de me iniciarem na pesquisa científica.

Ao professor Marcos Ferrante que aceitou me auxiliar e orientar na análise estatística do trabalho.

Ao meu orientador, Prof. Antonio Carlos Cunha Lacrete Junior, por me acolher como orientado e abraçar o projeto.

A meus coorientadores, Bruno Cholfe e Rodrigo Norberto.

Aos funcionários, técnicos e amigos da UFLA que sempre me ajudaram e apoiaram.

Aos funcionários, técnicos, alunos e amigos da UVV pela ajuda e apoio.

À Universidade Federal de Lavras em especial ao Departamento de Medicina Veterinária e ao Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias (PPGCV) por tornar esse sonho possível.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

A banca examinadora por disponibilizar parte do seu tempo e conhecimentos para contribuir com nosso projeto e meu aperfeiçoamento profissional.

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

Muito obrigado!

“Sei que o meu trabalho é uma gota no oceano, mas sem ela, o oceano seria menor.”

Madre Teresa de Calcutá

RESUMO

O objetivo principal deste trabalho foi descrever a neuroanatomia da região distal do membro torácico de bovinos e desenvolver uma técnica de bloqueio perineural para auxiliar no diagnóstico de claudicações nesses animais. A pesquisa buscou adaptar técnicas já consolidadas em equinos para bovinos, considerando as diferenças anatômicas e comportamentais entre as espécies. O estudo foi dividido em duas fases: a primeira envolveu a dissecação de 20 peças anatômicas da região distal de membros torácicos de bovinos para mapear a neuroanatomia da região digital, além da obtenção de imagens tomográficas contrastadas e avaliação da marcação com azul de metileno nos pontos-alvo para bloqueios perineurais. A segunda fase utilizou nove animais (membros torácicos direitos e esquerdos) para testar a eficácia do bloqueio perineural, aplicando lidocaína 2% em pontos específicos e avaliando a resposta por meio de algometria de pressão, que mede o limiar nociceptivo mecânico (LNM) antes e após o bloqueio. Este projeto destaca a importância econômica da bovinocultura no Brasil e a necessidade de melhorar o diagnóstico de afecções locomotoras, especialmente em animais de alto valor zootécnico. A pesquisa também buscou preencher uma lacuna científica, já que a maioria dos estudos em bovinos se concentra na região podal, enquanto este trabalho amplia o escopo até a articulação do carpo. Os resultados incluem a comprovação e validação de uma técnica de bloqueio perineural eficaz e reprodutível, que poderá ser utilizada em campo para diagnósticos mais precisos. Este trabalho contribui para o avanço da buiatria, melhorando o bem-estar animal e reduzindo perdas econômicas causadas por claudicações não diagnosticadas.

Palavras-chave: Locomotor; Claudicação; Tomografia computadorizada; Semiologia; Lesões podais.

ABSTRACT

The primary objective of this study was to describe the neuroanatomy of the distal thoracic limb in cattle and develop a perineural block technique to assist in diagnosing lameness in these animals. The research aimed to adapt well-established techniques used in horses to cattle, considering anatomical and behavioral differences between the species. The study was divided into two phases: the first phase involved dissecting 20 anatomical specimens of the distal thoracic limbs of cattle to map the digital neuroanatomy. Additionally, contrast-enhanced tomographic imaging was performed, and methylene blue marking was evaluated at target sites for perineural blocks. The second phase used 9 animals (testing both right and left thoracic limbs) to assess the efficacy of the perineural block technique. Lidocaine 2% was administered at specific points, and the response was evaluated using pressure algometry to measure mechanical nociceptive thresholds (LNM) before and after the block. This project highlights the economic importance of cattle farming in Brazil and the need to improve the diagnosis of locomotor disorders, particularly in high-zootechnical-value animals. The research also sought to address a scientific gap, as most studies in cattle focus on the podal region, whereas this work extends the scope up to the carpal joint. The results confirm and validate an effective, reproducible perineural block technique that can be applied in the field for more accurate diagnoses. This study contributes to advancements in bovine medicine, enhancing animal welfare and reducing economic losses caused by undiagnosed lameness.

Keywords: Locomotor; Lameness; Computed tomography; Semiology; Podal Lesions.

INDICADORES DE IMPACTO

O presente estudo, ao desenvolver e validar uma técnica inovadora de bloqueio perineural para bovinos, apresenta impactos significativos em diferentes dimensões:

- **Impacto Social:** A técnica contribui para o bem-estar animal, reduzindo a dor em bovinos com claudicações, o que pode melhorar a qualidade de vida dos rebanhos e a relação humano-animal na pecuária.
- **Impacto Tecnológico:** A aplicação de métodos avançados, como tomografia computadorizada e algometria de pressão, demonstra a integração de tecnologias diagnósticas na medicina veterinária, promovendo maior precisão em procedimentos anestésicos.
- **Impacto Econômico:** A claudicação é uma das principais causas de perdas na bovinocultura, levando à redução na produtividade e ao aumento nos custos com tratamentos. A técnica proposta pode diminuir esses prejuízos, beneficiando produtores rurais e fortalecendo a cadeia produtiva.
- **Impacto Cultural:** Ao difundir conhecimentos sobre neuroanatomia e técnicas anestésicas específicas para bovinos, o estudo promove uma mudança na prática clínica veterinária, incentivando abordagens mais especializadas e menos invasivas.

O trabalho possui um caráter extensionista ao envolver parcerias com abatedouros locais (Anchieta, ES) e propriedades rurais (Guarapari, ES), onde foram coletadas peças anatômicas e realizados testes em animais vivos. Além disso, a técnica desenvolvida tem aplicação direta no setor produtivo, beneficiando médicos veterinários e pecuaristas.

O estudo foi desenvolvido no estado do Espírito Santo, com potencial de expansão para outras regiões brasileiras, dada a relevância nacional da bovinocultura. Os principais grupos impactados incluem: produtores rurais (especialmente de gado de corte e leite); médicos veterinários (clínicos e cirurgiões de grandes animais); e indústrias pecuárias (abatedouros e centros de reprodução). Público diretamente beneficiado: Pecuaristas e profissionais da medicina veterinária. Neste trabalho, estiveram envolvidos três docentes da Universidade Federal de Lavras (UFLA) e três docentes da Universidade Vila Velha (UVV). Também fez parte do trabalho uma médica veterinária, que atua como responsável pelo Hospital Veterinário da UVV, e um aluno de graduação, além de dois colaboradores da propriedade onde se realizou o experimento.

O trabalho se enquadra principalmente nas seguintes áreas: Saúde (6) – melhoria no diagnóstico e tratamento de afecções locomotoras em bovinos; Tecnologia e Produção (7) – desenvolvimento de uma técnica inovadora aplicável à pecuária; e Trabalho (8). A pesquisa está alinhada aos seguintes ODS da ONU: ODS 3 (Saúde e Bem-Estar) – promoção do bem-

estar animal e redução da dor em bovinos; ODS 8 (Trabalho Decente e Crescimento Econômico) – melhoria na produtividade pecuária, impactando positivamente a economia rural; e ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura) – desenvolvimento de técnicas avançadas em medicina veterinária.

Este estudo apresenta impactos concretos e em potencial, contribuindo para avanços na medicina veterinária e na pecuária brasileira. Sua aplicação direta no setor produtivo, aliada ao caráter extensionista e ao alinhamento com os ODS, reforça sua relevância científica e social, destacando-se como uma contribuição significativa para a UFLA e para a sociedade.

IMPACT INDICATORS

The present study, by developing and validating an innovative technique for perineural blockade in cattle, demonstrates significant impacts across multiple dimensions:

- **Social Impact:** The technique contributes to animal welfare by reducing pain in cattle with lameness, which can improve herd quality of life and human-animal relationships in livestock farming.
- **Technological Impact:** The application of advanced methods, such as computed tomography and pressure algometry, showcases the integration of diagnostic technologies in veterinary medicine, enhancing precision in anesthetic procedures.
- **Economic Impact:** Lameness is one of the leading causes of losses in cattle farming, resulting in reduced productivity and increased treatment costs. The proposed technique may mitigate these losses, benefit rural producers and strengthen the production chain.
- **Cultural Impact:** By disseminating knowledge about bovine neuroanatomy and specialized anesthetic techniques, the study promotes a shift in veterinary clinical practices, encouraging more specialized and less invasive approaches.

The work has an extension-oriented character by involving partnerships with local slaughterhouses (Anchieta, ES) and rural farms (Guarapari, ES), where anatomical specimens were collected and live animal testing was conducted. Additionally, the developed technique has direct applicability in the productive sector, benefiting veterinarians and cattle farmers.

The study was carried out in the state of Espírito Santo, with potential for expansion to other Brazilian regions, given the national relevance of cattle farming. The main impacted groups include rural producers (especially beef and dairy cattle farmers); veterinarians (clinicians and large animal surgeons); and livestock industries (slaughterhouses and breeding centers). Directly Benefited Public: Cattle farmers and veterinary professionals. Participants in the Study: Three faculty members from the Federal University of Lavras (UFLA); three faculty members from Vila Velha University (UVV); one veterinarian responsible for UVV's veterinary hospital; one undergraduate student; and two collaborators from the farm where the experiment was conducted.

The study aligns primarily with the following thematic areas: Health (6) – improvement in the diagnosis and treatment of locomotor disorders in cattle; Technology and Production (7) – development of an innovative technique applicable to livestock farming; and Work (8) – promotion of specialized veterinary practices. The research is aligned with the following UN Sustainable Development Goals (SDGs): SDG 3 (Good Health and Well-Being) – promotion

of animal welfare and pain reduction in cattle; SDG 8 (Decent Work and Economic Growth) – enhancement of livestock productivity, positively impacting rural economies; and SDG 9 (Industry, Innovation, and Infrastructure) – development of advanced techniques in veterinary medicine.

This study presents both concrete and potential impacts, contributing to advancements in veterinary medicine and Brazilian livestock farming. Its direct application in the productive sector, combined with its extension-oriented nature and alignment with the SDGs, reinforces its scientific and social relevance, positioning it as a significant contribution to UFLA and society at large.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 -** Peça anatômica de membro distal de bovino: A, área de realização da aplicação do anestésico local, de acordo com cada região de interesse; B, região de realização da algometria de pressão para cada área de avaliação: Ponto 1 (Vermelho), bloqueio proximal a articulação metacarpo falangeana; Ponto 2 (Amarelo), bloqueio de três pontos baixos; Ponto 3 (Preto), bloqueio de três pontos altos, este realizado proximal a articulação carpometacárpica..... 35
- Figura 2 -** Peça anatômica dissecada de membro torácico de um bovino. Azul, Tendão do músculo flexor digital superficial; Vermelho, Tendão do músculo flexor digital profundo; Amarelo, Ramo do músculo interósseo para o tendão do músculo flexor digital superficial; Branco, Músculo interósseo, ramo lateral e medial; Verde, Inervação; Preto, união do nervo digital palmar III axial e nervo digital palmar IV axial..... 37
- Figura 3 -** Peça anatômica em corte transversal da região da falange proximal do membro torácico de um bovino. Estrela, Falange proximal dos dígitos III e IV; Triângulo, Tendão do músculo flexor digital superficial; Círculo, Tendão do músculo flexor digital profundo; Raio, Músculo interósseo; Setas, Inervação..... 38
- Figura 4 -** Peça anatômica em corte transversal da região distal do metacarpo III e IV do membro torácico de um bovino. Estrela, Metacarpo III e IV; Traço, Manica flexora; Círculo, Tendão do músculo flexor digital profundo; Raio, Músculo interósseo; Setas, Inervação..... 39
- Figura 5 -** Peça anatômica em corte transversal da região proximal do metacarpo III e IV do membro torácico de um bovino. Estrela, Metacarpo III e IV; Triângulo, Tendão do músculo flexor digital superficial; Círculo, Tendão do músculo flexor digital profundo; Raio, Músculo interósseo; Quadrado, Tendão extensor digital lateral; Setas, Inervação..... 40
- Figura 6 -** Imagem tomográfica do membro torácico de um bovino, A, B e C em reconstrução tridimensional e D scanograma, antes e após aplicação de contraste positivo em pontos para realização de bloqueio perineural. A, Vista palmar sem aplicação de contraste; B, Vista palmar após aplicação de contraste; C, Vista medial sem aplicação de contraste; D, Vista medial após aplicação de contraste..... 40

| | | |
|-------------------|---|----|
| Figura 7 - | Pontos de aplicação de anestésico de ação local, para realização do Bloqueio digital palmar. A, região de aplicação lateral, entre a face palmarolateral da falange proximal do dígito IV e ramo lateral do músculo interósseo; B, região de aplicação medial, entre a face palmaromedial da falange proximal do dígito III e o ramo medial do músculo interósseo; C, aplicação palmar na região interdigital..... | 42 |
| Figura 8 - | Pontos de aplicação de anestésico de ação local, para realização do Bloqueio de três pontos baixos. A, região de aplicação lateral, entre a face palmarolateral da falange proximal do dígito IV e ramo lateral do músculo interósseo; B, região de aplicação medial, entre a face palmaromedial da falange proximal do dígito III e o ramo medial do músculo interósseo; C, aplicação palmar na região interdigital..... | 43 |
| Figura 9 - | Pontos de aplicação de anestésico de ação local, para realização do Bloqueio de três pontos altos. A, região de aplicação lateral, agulha inserida a 1 cm palmar ao tendão extensor digital lateral; B, região de aplicação palmarolateral, entre a face palmarolateral do músculo interósseo e o tendão do músculo flexor digital profundo; C, aplicação na face medial, agulha inserida entre a face palmaromedial do músculo interósseo e o tendão do músculo flexor digital profundo..... | 45 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | | |
|--------------------|--|----|
| Gráfico 1 - | Limiar nociceptivo mecânico antes e após bloqueio digital palmar em membros torácicos de bovinos..... | 42 |
| Gráfico 2 - | Limiar nociceptivo mecânico antes e após bloqueio de três pontos baixos em membros torácicos de bovinos..... | 44 |
| Gráfico 3 - | Limiar nociceptivo mecânico antes e após bloqueio de três pontos altos em membros torácicos de bovinos..... | 45 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| SEÇÃO 1 | 18 |
| 1 INTRODUÇÃO GERAL | 18 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 20 |
| 2.1 Bovinocultura no brasil | 20 |
| 2.2 Claudicação em grandes animais | 20 |
| 2.3 Exame clínico do sistema locomotor | 21 |
| 2.4 Bloqueios perineurais | 21 |
| 2.5 Limiar nociceptivo mecânico e algometria de pressão | 22 |
| 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 25 |
| SEÇÃO 2 - ARTIGO | 28 |
| PROPOSTA DE TÉCNICAS DE BLOQUEIO PERINEURAL NA FACE PALMAR DA REGIÃO DISTAL DO MEMBRO TORÁCICO DE BOVINOS | 28 |
| RESUMO | 28 |
| ABSTRACT | 29 |
| 1 INTRODUÇÃO | 30 |
| 2 METODOLOGIA | 32 |
| 2.1 Peças anatômicas | 32 |
| 2.1.1 Dissecção | 32 |
| 2.1.2 Análise tomográfica e avaliação da distribuição e marcação com solução de azul de metileno para bloqueios perineurais do membro torácico de bovino | 33 |
| 2.2 Animais | 33 |
| 2.2.1 Contenção dos animais e obtenção do LNM basal | 34 |
| 2.2.2 Bloqueio perineural e obtenção do LNM pós bloqueio | 34 |
| 3 ANÁLISE ESTATÍSTICA | 35 |
| 4 RESULTADOS | 37 |
| 4.1 Descrição da neuroanatomia em regiões de interesse para realização de bloqueio perineural em bovinos | 37 |
| 4.1.1 Ponto 1 (digital palmar) | 37 |
| 4.1.2 Ponto 2 (três pontos baixos) | 38 |
| 4.1.3 Ponto 3 (três pontos altos) | 39 |
| 4.2 Descrição da distribuição de solução de contraste por meio da avaliação tomográfica e marcação com solução de azul de metileno em pontos específicos para bloqueios perineurais do membro torácico de bovinos | 39 |
| 4.3 Bloqueio perineural | 41 |
| 4.3.1 Bloqueio digital palmar | 41 |

| | |
|---|-----------|
| 4.3.2 Bloqueio de três pontos baixos | 43 |
| 4.3.3 Bloqueio de três pontos altos | 44 |
| 5 Discussão | 46 |
| 6 Conclusão | 49 |
| 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 51 |

SEÇÃO 1

1. INTRODUÇÃO GERAL

A bovinocultura desenvolve-se sempre e a todo momento. Isso fica evidente ao se avaliar o aumento dos investimentos em genética de animais de alto desempenho, seja para produção de leite, carne ou para desempenho esportivo, como no caso de touros atletas. A partir disso, o acompanhamento do médico veterinário é de grande importância, visando à prática de bons tratamentos, ao cuidado com a sanidade, além do acompanhamento clínico, garantindo que o animal esteja em bom estado de saúde e possa, assim, expressar todo o seu potencial genético e ter alto desempenho, seja produtivo ou como atleta. Sabe-se que uma das principais causas que afetam a produção e o desempenho desses animais, levando até mesmo ao descarte e à morte, são as afecções do sistema locomotor que culminam em claudicações. Segundo Archer et al. (2010), a claudicação constitui qualquer condição do braço ou da perna, de origem infecciosa ou não infecciosa, que afeta negativamente a mobilidade, a postura e a marcha do animal. Podendo indicar lesões articulares ou de tecidos moles onde se encontram tendões, ligamentos e musculatura.

Para a identificação do local e do tipo de lesão presente em um animal claudicante, o conhecimento anatômico detalhado e um exame físico minucioso são de extrema importância (Baxter, 2011). Porém, em bovinos, ainda não há um exame físico específico para a identificação de afecções do sistema locomotor como o proposto em equinos. Devido às diferenças comportamentais entre equinos e bovinos, a aplicação do teste de flexão e a realização de uma palpação fidedigna podem ser dificultadas na maioria dos casos, não fornecendo, assim, informações consistentes. Desse modo, os bloqueios diagnósticos são ferramentas importantes na confirmação ou na identificação dos locais de dor (Pilsworth & Dyson, 2015). Quando se fala em bloqueios diagnósticos, as técnicas de bloqueio perineural são amplamente utilizadas na avaliação do sistema locomotor de equinos, por serem práticas e de baixo custo.

Baxter (2011) e Dyson (1986) citam que variações anatômicas na inervação dos membros são um dos fatores que podem interferir na interpretação dos bloqueios perineurais. Nesse sentido, é de grande importância que, para a utilização da técnica de bloqueio perineural, se obtenha um grande conhecimento em relação à neuroanatomia da espécie na qual será realizada a avaliação. Uma falha nesse sentido pode dificultar e ocasionar erros diagnósticos, dificultando também o estabelecimento do prognóstico e do tratamento, o que pode acontecer

quando se utilizam métodos desenvolvidos para outra espécie sem a devida adaptação, como ocorre na utilização da técnica desenvolvida para equinos sendo aplicada em bovinos.

O objetivo do presente trabalho foi, a partir da dissecação de peças obtidas de um frigorífico, descrever a neuroanatomia da região distal do membro torácico de bovinos e utilizar esse conhecimento neuroanatômico para o desenvolvimento e a validação de uma técnica de bloqueio perineural da região distal ao carpo dos membros torácicos nesta espécie. O presente trabalho está dividido em dois capítulos: o primeiro capítulo apresenta um referencial teórico para melhor compreensão do assunto, e o segundo capítulo, um artigo para publicação em periódico científico, elaborado a partir da pesquisa desenvolvida.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Bovinocultura no brasil

De acordo com Gonçalves *et al.* (2015) a bovinocultura é uma das principais atividades produtivas do agronegócio brasileiro, proporcionando a maior renda obtida entre as cinco maiores cadeias produtivas agropecuárias, atrás apenas dos setores de derivados de carne e beneficiados de café, chá e cereais (Da Rocha *et al.*, 2020). Sendo desenvolvida em todo o território nacional com 212,8 milhões de cabeças no ano de 2012, possuindo assim o segundo maior rebanho mundial em número de cabeças. Além disso, a demanda mundial por produtos de origem animal com garantia de qualidade tem sido cada vez maior (Dos Santos *et al.*, 2013).

Segundo Casagrande *et al.* (2021), em 2019 o Brasil possuía 5.073.324 estabelecimentos agropecuários, sendo que 2.554.415 criam bovinos de corte, representando 50,3% do total, totalizando 172.719.164 animais de corte. Já em relação a produção de leite, em 2019 o valor bruto da produção primária atingiu quase R\$ 35 bilhões, o sétimo maior dentre os produtos agropecuários nacionais, já na indústria de alimentos, esse valor mais do que duplica, com o faturamento líquido dos laticínios atingindo R\$ 70,9 bilhões, atrás apenas dos setores de derivados de carne e beneficiados de café, chá e cereais (Da Rocha *et al.*, 2020). Outra classe de animais importantes que devem ser considerados são a de animais atletas, principalmente os utilizados em provas regulamentadas de montarias em touros, visto que, são animais de alto valor zootécnico e alto desempenho esportivo.

2.2. Claudicação em grandes animais

A claudicação é uma manifestação de dor, disfunção mecânica ou déficit neuromuscular que causa alteração da marcha. Infelizmente, a maioria das causas de claudicação não exhibe anormalidades características da marcha, tornando o diagnóstico um verdadeiro desafio (Davidson, 2018).

Para Ross (2011a), os exames de claudicação devem ser realizados de forma ordenada. Em certas condições, anormalidades características da marcha permitem o reconhecimento imediato e direto, além da localização da área afetada. No entanto, existem déficits de marcha semelhantes para uma variedade de causas de claudicação. Uma alta taxa de recuperação pode ser alcançada ao se realizar um diagnóstico correto da claudicação e da região afetada por meio de um exame clínico sistemático, ordenado e cuidadoso.

2.3. Exame clínico do sistema locomotor

De acordo com Ross (2011b), nem todos os cavalos com problemas musculoesqueléticos exibem claudicação perceptível em condições normais; porém, em grande parte dos casos, a claudicação por dor ou por alteração mecânica na marcha é discernível. Desse modo, o grau de claudicação, algumas características da marcha e os achados da palpação permitem ao clínico suspeitar fortemente de um determinado local e de um provável diagnóstico. Em bovinos, conforme descrito por Feitosa (2014), o exame clínico do sistema locomotor é direcionado apenas às estruturas da região distal à articulação metacarpofalangeana.

Desrochers et al. (2001) relatam a necessidade da utilização, em bovinos, da especificidade desenvolvida nos procedimentos de exame de claudicação equina. Porém, o que dificulta esta prática de exame é que os bovinos raramente são acostumados com cabrestos e não permitem o manuseio dos membros com a mesma facilidade de equinos. Além disso, o médico veterinário ainda é chamado com pouca frequência para avaliar bovinos que apresentem doenças sutis que causam claudicação leve. Ainda de acordo com Desrochers et al. (2001), em certos casos, a claudicação é sutil e suas características poderão ser melhor avaliadas com o andar do animal. O examinador deve observar a gravidade da claudicação e avaliar os componentes individuais da marcha, incluindo o arco costal, a posição do dígito ao tocar ou sair do solo e o tempo relativo gasto em cada fase da passada. Em animais de temperamento mais dócil, é possível observá-los de uma distância menor e até mesmo realizar a palpação de estruturas durante o movimento; porém, em bovinos destinados à produção de carne e touros atletas, isso já é dificultado, necessitando da utilização de troncos de contenção apropriados para a espécie.

Na tentativa de auxiliar o estabelecimento dos diagnósticos relacionados às afecções do sistema locomotor em equinos, ou mesmo aliviar as dores causadas por elas, a utilização de injeções perineurais tem-se mostrado muito útil, auxiliando para que se defina com mais precisão o local da lesão e, conseqüentemente, da dor. Embora essa técnica utilizada em equinos necessite de despesas mínimas com equipamentos e materiais, ela exige conhecimento apurado da neuroanatomia da região na qual será realizado o bloqueio perineural (Maia et al., 2020).

2.4. Bloqueios perineurais

De acordo com Massone et al. (2011), as anestésias perineurais são utilizadas com maior sucesso em equinos do que em bovinos, devido a diferenças anatômicas como a maior superficialidade da inervação observada em equinos e a espessura da pele. Indicando ainda uma técnica de anestesia local infiltrativa circular para bovinos. Técnica esta que poderá apresentar falhas no bloqueio devido às infiltrações serem realizadas em locais distantes dos nervos que se pretende bloquear. Alguns autores, como Yavari et al. (2017), tentaram replicar a técnica descrita para equinos na espécie bovina. Em seu trabalho, realizaram a técnica de quatro pontos baixos no membro de bovinos; porém, com o uso de 10 a 15 ml de anestésico em cada ponto, e dessa forma, ao comparar com a anestesia de Bier e com este volume, obtiveram um bom resultado.

Em equinos, referências anatômicas para injeção perineural nos nervos palmar/plantar, independentemente do membro, têm sido tradicionalmente descritas na literatura como estando no sulco entre o ramo dos ligamentos suspensores do boleto e o tendão flexor digital profundo, tanto na face medial quanto na lateral; porém, alguns autores descreveram uma localização do nervo plantar entre os tendões flexores nos membros pélvicos na região distal do metatarso, podendo esta posição ocorrer também nos membros torácicos (De Souza et al., 2022). Silveira et al. (2020), em seu estudo com cavalos da raça crioula, relatam que variações anatômicas entre animais, ou mesmo entre os membros torácicos esquerdo e direito de um mesmo indivíduo, podem levar a diferentes interpretações no bloqueio do sesamoide abaxial, citando, ainda, que, nessa raça, diferentemente de outras, pode ser necessária uma alternativa, que é o bloqueio em duas etapas: bloqueio sesamoide abaxial e bloqueio basicsesamoide.

2.5. Limiar nociceptivo mecânico e algometria de pressão

A diferença entre dor e nocicepção é relevante na avaliação dos resultados de estudos clínicos e experimentais que investigam terapias com finalidades analgésicas. A avaliação da dor na medicina veterinária é subjetiva; portanto, os estudos geralmente utilizam a avaliação das respostas nociceptivas usando estímulos elétricos, mecânicos ou térmicos (Hausler, 2020; Gozalo-Marcilla et al., 2020). Modelos de dor foram desenvolvidos para uso em equinos como um método para quantificar limiares nociceptivos. Muitos desses modelos foram usados em combinação para determinar sua sensibilidade e especificidade relativas. Para dor musculoesquelética em cavalos, os melhores resultados foram relatados, em ordem decrescente, para a estimulação mecânica, térmica e elétrica (Luna et al., 2015). A nocicepção é a percepção fisiológica de estímulos nocivos, e os neurônios mecânicos que detectam a dor incluem fibras

nervosas nociceptivas (fibras C) e mecanociceptivas ($A\delta$), que terminam como terminações nervosas livres na pele (Basbaum et al., 2009; Taylor et al., 2016).

Segundo Love et al. (2011), o teste do limiar nociceptivo envolve a aplicação de um estímulo quantificável em uma parte do corpo até que uma resposta comportamental ou fisiológica seja observada. O estímulo deve ser repetível, confiável e de fácil aplicação. Sua intensidade deve ser relacionada à intensidade da dor percebida. Um método objetivo envolvendo esse princípio mecânico inclui o uso do dinamômetro digital. Esse método pode ser útil para fins de pesquisa, comparando objetivamente a sensibilidade ou hiperalgesia após diferentes procedimentos dolorosos ou diferentes tratamentos analgésicos (Haussler e Erb, 2006; Menke, 2016; Haussler, 2020).

A algometria de pressão é uma técnica mecânica e direta que determina o limiar nociceptivo mecânico, definido como a pressão mínima que induz dor ou resposta à dor (Taylor et al., 2016; Haussler, 2020). É considerada uma técnica objetiva e confiável, visto que vários estudos já utilizaram essa técnica para avaliações em equinos (Van Loon et al., 2012; Paz et al., 2016; Menke et al., 2016; Visser et al., 2019; Haussler, 2020; Malacarne et al., 2020; Cota et al., 2022).

O dinamômetro digital portátil possui uma haste de 12 cm, que é acoplada a uma ponteira do tipo cone; o aparelho é calibrado pelo fabricante para a compressão, e sua leitura é realizada em quilogramas (Kg). Deve ser pressionado a uma taxa constante de força contra um marco musculoesquelético pré-determinado, até que se alcance o estímulo nociceptivo mínimo para o desenvolvimento de resposta do indivíduo (Poletto et al., 2004; Haussler, 2020). As reações que resultam na cessação da aplicação do dinamômetro portátil incluem contração muscular, movimento de afastamento, flexão de membro, inquietude e irritabilidade (Haussler e Erb, 2006; Paz et al., 2016; Visser et al., 2019; Long et al., 2020; Haussler, 2020). Para aumentar a confiabilidade, é indicado o registro de três medições para cada local, com intervalo médio de 3 a 4 segundos entre cada aplicação (Haussler e Erb, 2006; Visser et al., 2019), sendo considerada como resultado a média dos valores obtidos. Em equinos, conforme demonstrado por Zarucco et al. (2010), a pressão (em kg) que provocou o levantamento do casco foi registrada como limiar, com carga mecânica máxima limitada a 6 kg para evitar lesões persistentes na pele e nos tecidos profundos. Já de acordo com Hoerdemann et al. (2017), o teste de LNM em equinos não deve exceder 65 newtons, o que equivale a aproximadamente 6,63 kg, pois uma força maior resultou em lesões na pele e foi considerada maior do que a utilizada em ambiente clínico.

O estudo proposto foi dividido em duas fases. A primeira teve como objetivo descrever a neuroanatomia da região distal da face palmar do membro torácico de bovinos. Na segunda, com base na dissecação de peças anatômicas e no conhecimento anatômico obtido, foi desenvolvida e aplicada uma nova técnica de bloqueio perineural para os membros torácicos distais, com o intuito de aprimorar a avaliação do sistema locomotor na espécie estudada.

REFERÊNCIAS

ARCHER, S.; BELL, N.; HUXLEY, J. Lameness in UK dairy cows: a review of the current status. *In Practice*, v. 32, n. 10, p. 492-504, 2010. ISSN 0263-841X.

BACCARIN, R. Y. A., BROSSI, P. M., & SILVA, L. C. L. C. da. Guia ilustrado para injeção perineural em membros locomotores de equinos. São Paulo: Quiron Comunicação 2015.

BASBAUM, A.I.; BAUTISTA, D.M.; SCHERRER, G.; JULIUS, D. Cellular and molecular mechanisms of pain. *Cell* **2009**, 139, 267–284.

BAXTER, G.M. Adams and Stashak's lameness in horses. 6.ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2011. xxviii + 1242p. ISBN 978-0-8138-1549-7.

CASAGRANDA, Y. G. et al. Cadeia produtiva da carne bovina no Brasil. MEDINA, G. DA S.; CRUZ, JE (Org.). Estudos em Agronegócio: participação brasileira nas cadeias produtivas. Goiânia: Kelps, p. 197-225, 2021.

COTA, L.D.O.; MALACARNE, B.D.; DIAS, L.A.; NETO, A.C.P.; KNEIPP, M.L.A.; CAVALCANTE, M.A.; XAVIER, A.B.D.S. Mechanical nociceptive assessment of the equine hoof after navicular bursa anesthetic infiltration validated by bursography. *Plos one*, n.17, v.6, 2022.

DA ROCHA, D.; CARVALHO, G. R.; DE RESENDE, J. Cadeia produtiva do leite no Brasil: produção primária. 2020.

DAVIDSON, E. J. Lameness evaluation of the athletic horse. *Veterinary Clinics: Equine Practice*, v. 34, n. 2, p. 181-191, 2018. ISSN 0749-0739.

DE SOUZA, A. F. et al. Diffusion of dye after perineural injection of the palmar/plantar nerves in two different sites in horses: an ex-vivo study. *Veterinary Research Communications*, v. 46, n. 1, p. 283-288, 2022. ISSN 0165-7380.

DESROCHERS, A.; ANDERSON, D. E.; ST-JEAN, G. Lameness examination in cattle. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, v. 17, n. 1, p. 39-51, v, 2001. ISSN 0749-0720.

DOS SANTOS, A. P. D. P. et al. Bem-estar na bovinocultura relacionado à produção. *PUBVET*, v. 7, p. 1568-1574, 2013.

Dyson, S. (1986) Problems associated with the interpretation of the results of regional and intra-articular anaesthesia in the horse. *Vet. Rec.* 118, 419-422.

FEITOSA, F. Semiologia veterinária: a arte do diagnóstico: Semiologia do Sistema Locomotor de Bovinos. Editora Roca LTDA, 2014. 435-447.

GONÇALVES, V. S. P. et al. Caracterização da pecuária bovina no Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 36, n. 1, p. 557-569, 2015. ISSN 1676-546X.

GOZALO-MARCILLA, M.; LUNA, S. P. L.; GASTHUYS, F.; SCHAUVLIEGE, S. Thermal, mechanical and electrical stimuli in antinociceptive studies in standing horses: an update. *Veterinary anaesthesia and analgesia*, v. 47, n. 1, p. 15-27, 2020.

HAUSSLER, K.K; ERB, H.N. Pressure algometry for detecting induced low back pain in horses: a preliminary study. *Equine Veterinary Journal*, v. 38, n. 1, pág. 76-81, 2006.

HAUSSLER, K. K. Pressure Algometry for the Detection of Mechanical Nociceptive Thresholds in Horses. *Animals*, v. 10, n. 12, p. 2195, 2020.

LONG, K.; MCGOWAN, C. M.; HYYTIÄINEN, H. K. Effect of Caudal Traction on Mechanical Nociceptive Thresholds of Epaxial and Pelvic Musculature on a Group of Horses With Signs of Back Pain. *Journal of Equine Veterinary Science*, v. 93, p. 103197, 2020.

LOVE, E.J.; MURRELL, J.; WHAY, H.R. Thermal and mechanical nociceptive threshold testing in horses: a review. *Veterinary anaesthesia and analgesia*, v. 38, n. 1, p. 3-14, 2011.

LUNA, S.P.; LOPES, C.; ROSA, A.C.; OLIVEIRA, F.A.; CROSIGNANI, N.; TAYLOR, P.M.; PANTOJA, J.C. Validation of mechanical, electrical and thermal nociceptive stimulation methods in horses. *Equine Vet. J.* 2015, 47, 609–614.

Maia, B. T., Pascual, C. J., de Souza, A. F., do Prado Vendruscolo, C., Baccarin, R. Y. A., & De Zoppa, A. L. D. V. Diagnostic perineural blocks in horses: review of relevant points and the contribution of ultrasonography, 2020.

MALACARNE, B.D.; COTA, L.O.; NETO, A.C.P.; PAZ, C.F.R.; DIAS, L.A.; CORREA, M.G.; CARVALHO, A.M.; FALEIROS, R.R.; XAVIER, A.B.S. Mechanical nociceptive assessment of the equine hoof following distal interphalangeal joint intra-articular anesthesia. *PeerJ*, v. 8, p. e9469, 2020.

MASSONE, F. et al. *Anestesiologia veterinária: farmacologia e técnicas: texto e atlas colorido*. 2011.

MEINECKE-TILLMANN, S. Basics of ultrasonographic examination in sheep. *Small Ruminant Research*, v. 152, p. 10-21, 2017. ISSN 0921-4488.

MENKE, E. S.; BLOM, G.; VAN LOON, J. P. A. M.; BACK, W. Pressure Algometry in Icelandic Horses: Interexaminer and Intraexaminer Reliability. *Journal of Equine Veterinary Science*, v.36, p.26–31, 2016.

PAZ, C. F.R.; MAGALHAES, J. F.; MENDES, H. M. F.; JUNIOR, S. R.; BELKNAP, J. K.; ALVES, G. E. S.; FALEIROS, R. R. Mechanical nociceptive thresholds of dorsal laminae in horses after local anaesthesia of the palmar digital nerves or dorsal branches of the digital nerve. *The Veterinary Journal*, v. 214, p. 102-108, 2016.

Pilsworth, R. and Dyson, S. (2015) Where does it hurt? Problems with interpretation of regional and intra-synovial diagnostic analgesia. *Equine Vet. Educ.* 27, 595-603.

POLETTI, P. R.; GIL COURY, H. J. C.; WALSH, I. A. P.; MATTIELO-ROSA, S. M. Correlação entre métodos de auto-relato e testes provocativos de avaliação da dor em indivíduos portadores de distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. v. 8, p.223-229, 2004.

ROSS, M. Lameness in horses: basic facts before starting. Chapter: 2. Ross MW & Dyson SJ. *Lameness in the horse*, p. 3-7, 2011^a Lameness in horses: Movement. Chapter: 7. Ross MW & Dyson SJ. *Lameness in the horse*, p. 64-80, 2011.

SILVEIRA, B. B. et al. Digit innervation of the thoracic limb of Criollo horses: Anatomical description and consequences to perineural blocks. *Anatomia, Histologia, Embryologia*, v. 49, n. 6, p. 728-736, 2020. ISSN 0340-2096.

TAYLOR, P.M.; CROSIGNANI, N.; LOPES, C.; ROSA, A.C.; LUNA, S.P.; PUOLI FILHO, J.N. Mechanical nociceptive thresholds using four probe configurations in horses. *Veterinary anaesthesia and analgesia*, v. 43, n. 1, p. 99-108, 2016.

VAN LOON, J.P.; MENKE, E.S.; L'AMI J, J.; JONCKHEER-SHEEHY, V.S.; BACK, W.; VAN WEEREN, R. P. Analgesic and anti-hyperalgesic effects of epidural morphine in an equine LPS-induced acute synovitis model. *The Veterinary Journal*, v. 193, n. 2, p. 464-470, 2012.

VISSER, E.M.S.; EVELINE, S.; MENKE, E.S.; VAN LOON, P.A.M.J. Pressure algometry for assessment of abdominal wall sensitivity in horses after ventral midline coeliotomy. *Veterinary anaesthesia and analgesia*, v. 46, n. 6, p. 820-828, 2019

YAVARI, S. et al. Evaluation of intravenous regional anaesthesia and four-point nerve block efficacy in the distal hind limb of dairy cows. ***BMC Veterinary Research***, v. 13, p. 1-11, 2017.

ZARUCCO, L.; DRIESSEN, B.; SCANDELLA, M.; COZZI, F.; CANTILE, C. Sensory nerve conduction and nociception in the equine lower forelimb during perineural bupivacaine infusion along the palmar nerves. *The Canadian Journal of Veterinary Research*. v. 74, 305-313 p., 2010.

SEÇÃO 2 – ARTIGO

PROPOSTA DE TÉCNICAS DE BLOQUEIO PERINEURAL NA FACE PALMAR DA REGIÃO DISTAL DO MEMBRO TORÁCICO DE BOVINOS

Douglas Garcia Pereira^{1 2}, Rodrigo Norberto Pereira¹, Bruno Fornitano Cholfe³, Marcos Ferrante¹, Ygor Curty Vasconcelos², Náiali Faria², Álvaro de Paula Lage de Oliveira², Camila Angela Marques², Antonio Carlos Cunha Lacreta Junior¹.

¹ Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Lavras – Minas Gerais, Brasil.

² Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Vila Velha – Espírito Santo, Brasil.

³ Médico veterinário autônomo.

RESUMO

A bovinocultura é uma das principais atividades do agronegócio brasileiro, sendo as claudicações um dos principais desafios para a produtividade. Este estudo teve como objetivo descrever a neuroanatomia da região distal do membro torácico de bovinos e desenvolver uma técnica eficaz de bloqueio perineural para diagnóstico e tratamento da dor. Foram utilizadas 22 peças anatômicas para dissecação e identificação dos nervos digitais palmares e suas variações. A tomografia e a marcação com azul de metileno foram empregadas para demonstrar a distribuição de uma solução diluída na região, contribuindo para o delineamento anatômico necessário ao desenvolvimento da técnica. Em seguida, nove bovinos foram submetidos a bloqueios perineurais nos membros torácicos com lidocaína a 2%, totalizando 18 membros. Utilizou-se três pontos de bloqueio: proximal à articulação metacarpo-falangeana, acima dos paradígitos e proximal à articulação carpometacárpica. A eficácia dos bloqueios foi avaliada por meio da algometria de pressão, medindo o limiar nociceptivo mecânico (LNM) antes e após os bloqueios. A tomografia e a marcação com azul de metileno validaram e confirmaram a distribuição localizada da solução anestésica. Os resultados demonstraram dessensibilização significativa nas regiões lateral, palmar e medial dos três pontos de bloqueio, confirmando a precisão da técnica. Conclui-se que a técnica proposta é viável e reprodutível, oferecendo uma ferramenta valiosa para o diagnóstico e manejo da dor em bovinos, com potencial aplicação clínica e cirúrgica.

Palavras-chave: Locomotor. Claudicação. Tomografia computadorizada. Semiologia. Lesões digitais.

DESCRIPTION OF NEUROANATOMY AND DEVELOPMENT OF PERINEURAL BLOCK TECHNIQUES IN THE DISTAL THORACIC LIMB OF CATTLE

ABSTRACT

Cattle farming is one of the main activities in Brazilian agribusiness, with lameness being one of the primary challenges to productivity. This study aimed to describe the neuroanatomy of the distal thoracic limb in cattle and develop an effective perineural blockade technique for pain diagnosis and treatment. Twenty-two anatomical specimens were used for dissection and identification of the palmar digital nerves and their variations. Computed tomography and methylene blue marking were employed to demonstrate the distribution of a diluted solution in the region, contributing to the anatomical delineation required for technique development. Subsequently, nine cattle underwent perineural blocks in the thoracic limbs using 2% lidocaine, totaling 18 limbs, with three blockade points: proximal to the metacarpophalangeal joint, above the dewclaws, and proximal to the carpometacarpal joint. Efficacy was assessed through pressure algometry, measuring the mechanical nociceptive threshold (MNT) before and after the blocks. Computed tomography and methylene blue marking validated and confirmed the localized distribution of the anesthetic solution. The results demonstrated significant desensitization in the lateral, palmar, and medial regions of the three blockade points, confirming the technique's precision. It is concluded that the proposed technique is feasible and reproducible, offering a valuable tool for diagnosing and managing pain in cattle, with potential clinical and surgical applications.

Keywords: Locomotor. Lameness. Computed tomography. Semiology. Podal Lesions.

1. INTRODUÇÃO

A bovinocultura tem-se desenvolvido de forma considerável nos últimos anos. Isso fica evidente ao avaliar o aumento dos investimentos em genética de animais de alto desempenho, seja para produção de leite, carne ou para desempenho esportivo, como no caso de touros de rodeio. De acordo com Gonçalves et al. (2015), a bovinocultura é uma das principais atividades produtivas do agronegócio brasileiro, proporcionando a maior renda entre as cinco maiores cadeias produtivas agropecuárias, atrás apenas dos setores de derivados de carne e beneficiados de café, chá e cereais, sendo desenvolvida em todo o território nacional (Da Rocha *et al.*, 2020). Outra grupo de animais importantes, e que devem ser considerados, são o de animais atletas, principalmente os utilizados em provas regulamentadas de montarias em touros, visto que, são animais de alto valor zootécnico e alto desempenho esportivo.

Sabe-se que uma das principais causas que afetam a produção e desempenho desses animais, podendo levar ao descarte e morte, são as claudicações. Segundo Archer et. al. (2010), a claudicação é caracterizada por qualquer condição, infecciosa ou não, que acomete os membros posteriores ou anteriores, prejudicando a mobilidade, postura e marcha do animal. Essa condição pode estar relacionada a lesões articulares ou a danos em tecidos moles, como tendões, ligamentos e músculos. Para Ross (2011), os exames de claudicação devem ser realizados de forma ordenada. Em certas condições, anormalidades características da marcha permitem o reconhecimento imediato e direto da localização da área afetada. No entanto, existem déficits de marcha semelhantes para uma variedade de causas de claudicação e, muitas vezes, não há alterações na inspeção clínica que permitem localizar a região da lesão. Uma alta taxa de recuperação pode ser alcançada ao realizar-se um diagnóstico correto da claudicação e da região afetada por meio de um exame clínico sistemático, ordenado e cuidadoso.

O conhecimento anatômico detalhado, aliado ao exame físico minucioso, é fundamental para a identificação do local e do tipo de em lesão animais com claudicação (Baxter, 2011). Segundo Desrochers et al. (2001), é necessário adaptar aos bovinos o nível de especificidade observada nos protocolos de exame de claudicação realizado em equinos. O examinador deve observar a gravidade da claudicação e avaliar os componentes individuais da marcha, incluindo o arco costal, a posição do dígito ao tocar ou sair do solo e o tempo relativo gasto em cada fase da passada. Em animais de temperamento mais dócil, é possível observá-lo a uma distância reduzida e até mesmo realizar a palpação de estruturas., No entanto, em bovinos destinados a produção de carne e touros atletas, esse procedimento torna-se mais difícil, exigindo a utilização de troncos de contenção adequados à espécie.

Na tentativa de auxiliar o estabelecimento dos diagnósticos relacionados às afecções do sistema locomotor, ou mesmo aliviar as dores causadas por elas, a utilização de injeções perineurais têm se mostrado muito úteis na espécie equina, auxiliando para que se defina com maior precisão o local da lesão e conseqüentemente de dor. Embora essa técnica necessite de despesas mínimas com equipamentos e materiais, ela exige conhecimento apurado da neuroanatomia da região da qual será realizado o bloqueio perineural (Maia et al., 2020). Baxter (2011) e Dyson (1986) citam que variações anatômicas na inervação dos membros são um dos fatores que podem interferir na interpretação dos bloqueios perineurais. Nesse sentido, torna-se fundamental o domínio aprofundado da neuroanatomia da espécie a ser avaliada, a fim de garantir a correta aplicação da técnica e minimizar o risco de erros diagnósticos.

De acordo com Massone et al. (2011), as anestésias perineurais são utilizadas com maior sucesso em equinos do que em bovinos, devido às diferenças anatômicas como maior superficialidade da inervação em equinos e espessura da pele. Desse modo, tem-se a indicação de uma técnica circular para anestesia infiltrativa dos dígitos na espécie bovina. Técnica esta que pode apresentar falhas de bloqueio, devido às infiltrações serem realizadas em locais distantes aos nervos dos quais se pretende atingir. Em equinos, referências anatômicas para injeção perineural nos nervos palmar ou plantar, independentemente do membro, estão bem estabelecidas na literatura (Baccarin et al., 2015). No entanto, em bovinos, essas descrições ainda são limitadas e pouco detalhadas, o que pode contribuir para falhas na execução da técnica.

A diferença entre dor e nocicepção é relevante na avaliação dos resultados de estudos clínicos e experimentais que investigam terapias com finalidades analgésicas. A avaliação de dor na medicina veterinária é subjetiva, portanto, os estudos utilizam geralmente da avaliação das respostas nociceptivas usando estímulos elétricos, mecânicos ou térmicos (Haussler, 2020; Gozalo-Marcilla et al., 2020). Em equinos, os melhores resultados foram relatados, em ordem decrescente, para estimulação mecânica, térmica e elétrica (Luna et al., 2015). Para ser eficaz, o estímulo aplicado deve ser repetível, confiável e de fácil execução (Love et al., 2011). Sendo a nocicepção a percepção fisiológica de estímulos nocivos ao corpo, que é promovida por neurônios mecânicos que detectam a dor por meio de fibras nervosas nociceptivas (fibras C) e mecanociceptivas (A δ), que possuem terminações nervosas livres na pele (Basbaum et al., 2009; Taylor et al., 2016).

O teste do limiar nociceptivo consiste na aplicação de um estímulo quantificável em uma determinada região do corpo até que se observe uma resposta comportamental ou fisiológica. A algometria de pressão é uma técnica mecânica e direta utilizada para determinar

o limiar nociceptivo mecânico (LNM), sendo definida como a menor pressão capaz de induzir dor ou resposta à dor (Taylor et al., 2016; Haussler, 2020).

Essa técnica é considerada confiável, objetiva e amplamente utilizada em estudos para avaliações em equinos (Van Loon et al., 2012; Paz et al., 2016; Menke et al., 2016; Visser et al., 2019; Haussler, 2020; Malacarne et al., 2020; Cota et al., 2022). Nessa espécie, de acordo com Zarucco et al. (2010), a pressão (em kg) para provocar uma reação e ser considerada como limiar, não deve exceder 6 kg, evitando assim o risco de lesões persistentes na pele e nos tecidos mais profundos. Já de acordo com Hoerdemann et al. (2017) o teste de LNM em equinos não deve ultrapassar 65 newtons, o que equivale a aproximadamente 6,63 kg, pois uma força maior resultou em lesões na pele e foi considerada maior do que a utilizada em ambiente clínico.

A busca por novas técnicas de auxílio diagnóstico é de grande importância para melhoria do bem estar animal. Em equinos existe uma grande variedade de trabalhos e livros publicados, descrevendo técnicas referentes ao exame clínico específico do sistema locomotor, além de protocolos de bloqueios perineurais que auxiliam na identificação do local de lesão, melhorando assim diagnóstico e tratamento de lesões. Porém, em bovinos, os estudos conhecidos até o momento são referentes quase que exclusivamente a região podal. Não tendo assim trabalhos que proponham um exame clínico específico do sistema locomotor de bovinos. Visto que, até algum tempo atrás esses animais eram considerados de baixo valor e ao apresentarem claudicação eram descartados para abate. Com aumento da seleção genética para produção, seja de leite ou carne e para animais de alto desempenho esportivo, hoje temos uma maior valorização desses animais e conseqüentemente uma maior demanda para realização de diagnósticos precisos e tratamentos que permitam que esses animais continuem em produção e não sejam descartados precocemente para o abate. Desse modo, se faz necessário adaptar e propor métodos já utilizados em equinos para avaliação clínica do sistema locomotor de bovinos, melhorando assim o diagnóstico e prognóstico do tratamento desses animais e conseqüentemente uma melhora em seu bem estar. Desse modo, esse estudo foi dividido em duas fases. A primeira, teve como objetivo descrever a neuroanatomia da região distal da face palmar do membro torácico de bovinos. Na segunda, com base na dissecação de peças anatômicas e no conhecimento anatômico obtido, foi desenvolvida e aplicada uma nova técnica de bloqueio perineural para os membros torácicos distais, com intuito de aprimorar a avaliação do sistema locomotor na espécie estudada.

2. METODOLOGIA

2.1. Peças anatômicas

Na primeira fase do estudo, foram utilizadas 22 peças anatômicas de membros torácicos de bovinos, as quais foram adquiridas em um abatedouro localizado na cidade de Anchieta, no estado do Espírito Santo (ES). Devidos a fiscalização de abate, as peças foram separadas pelos funcionários do abatedouro e não foi possível avaliação dos animais em relação ao sistema locomotor e aquisição de dados relacionados a sexo, idade, peso e raça. As peças foram selecionadas ao acaso na linha de abate, visto que, neste estabelecimento, ocorre o abate de, em média, 140 animais por dia. Foram utilizadas 20 peças desarticuladas na região da articulação carpometacárpica e duas peças na articulação úmero-radial. Foram incluídas no estudo apenas peças em que não apresentavam cicatrizes ou sem sinais de lesões, como aumentos de volume ou feridas. Após isso, as peças foram separadas em sacos plásticos, contendo duas a três peças em cada, identificadas e congeladas em no máximo seis horas após o abate dos animais para posterior dissecação.

2.1.1 Dissecação

De acordo com a necessidade, as peças anatômicas eram retiradas do freezer e descongeladas em temperatura ambiente por um período de 24 horas. Após o descongelamento, permaneciam armazenadas e refrigeradas em câmara fria para conservação, até o momento da dissecação, que ocorria em no máximo 24 horas. Para a realização das dissecações, foram utilizados os seguintes instrumentos: cabo de bisturi nº 4 com lâmina nº 22, pinça anatômica, pinça dente de rato, pinça hemostática e tesoura de Metzenbaum.

Em todas as 20 peças, foi realizada incisão longitudinal da pele ao longo de toda a extensão da região palmar, desde a região proximal (articulação carpometacárpica) até a região distal (coroa do casco). Em seguida, procedeu-se à dissecação do tecido subcutâneo para a visualização das estruturas de interesse. Após a identificação de nervos e vasos, a dissecação era realizada cuidadosamente com o objetivo de preservar a anatomia da inervação local. Foram removidos o tecido subcutâneo, a fáscia superficial, o tecido conjuntivo e o tecido adiposo da região palmar, a fim de otimizar a visualização dos principais marcos neuroanatômicos da área estudada. Todo o processo foi registrado por meio de fotografias e arquivado para posterior avaliação e análise comparativa. Uma das peças foi submetida à criopreservação e

posteriormente seccionada em plano transversal, visando à análise *in situ* da relação topográfica neuroanatômica.

2.1.2 Análise tomográfica e avaliação da distribuição e marcação com solução de azul de metileno para bloqueios perineurais do membro torácico de bovinos

Uma peça anatômica desarticulada na articulação úmero-radial, foi utilizada para a obtenção de imagens tomográficas. Em um primeiro momento, foi realizado um exame tomográfico prévio do membro. Em seguida, preparou-se uma solução contendo contraste iodado azul de metileno e solução fisiológica (CASF) na proporção de 1:1:1. Injetaram-se três ml dessa solução CASF em cada ponto previamente definido, para as regiões da quartela, do boleto e da canela, com base na identificação da neuroanatomia realizada durante as dissecações. Utilizou-se agulha 30x0,8 e seringas de 10 ml. Após 5 minutos da aplicação da solução, foi realizado um novo exame tomográfico para avaliar sua distribuição nos tecidos. A peça foi mantida em câmara fria por 48 horas e, posteriormente, submetida a dissecação para visualização da marcação perineural promovida pelo azul de metileno.

2.2 Animais

Na segunda fase do estudo, foram utilizados nove animais da espécie bovina, fêmeas, com idade entre 3 e 7 anos, criadas a pasto, mestiças com diferentes tipos e níveis de cruzamentos e peso variando de 300 a 450 kg, com escore de condição corporal variando de 2 a 3 em uma escala de 1 a 5. Essa fase do estudo foi realizada na propriedade em que os animais eram criados, localizada na cidade de Guarapari, ES. Foram incluídos no estudo apenas os animais que não apresentavam sinais de claudicação a avaliação visual, essa avaliação era realizada durante o manejo entre o pasto e o curral utilizado para o estudo. Animais excessivamente agitados foram excluídos, pois poderiam manifestar reações falsas devido à movimentação ao seu redor, comprometendo a precisão dos procedimentos e representando risco tanto para os pesquisadores quanto para os equipamentos utilizados.

2.2.1 Contenção dos animais e obtenção do LNM basal

Para a realização do estudo e dos procedimentos, os animais foram encaminhados até um curral de manejo, o qual é composto por três divisões e um corredor que direciona os animais até o tronco de contenção tipo americano, projetado especialmente para a espécie bovina. No tronco de contenção, após o período de 10 minutos para a ambientação do animal, foi realizada a algometria de pressão para registro do LNM basal. Para a realização da

algometria pressórica, foi utilizado um dinamômetro digital portátil (Instrutherm 20kgf DD - 2000, São Paulo/Brasil). O aparelho possui um bastão de extensão de 12 cm, que é acoplado a uma ponteira do tipo cone; o aparelho é calibrado pelo fabricante para a compressão, e sua leitura é realizada em Kg. O teste foi realizado por um único avaliador e repetido por três vezes em cada ponto de avaliação para a obtenção da média dos resultados. Os pontos avaliados foram: as regiões lateral (LAT), palmar (PAL) e medial (MED) dos membros torácicos, de acordo com a região a ser dessensibilizada. Após o registro do LNM basal de todos os pontos, foi colocada uma cinta no membro do animal. Essa cinta, confeccionada em nylon, com acolchoamento e ajustada com velcro, permitiu, por meio de uma corda passada dentro de argolas presentes na cinta, a contenção do membro e a execução da técnica de bloqueio perineural.

2.2.2 Bloqueio perineural e obtenção do LNM pós bloqueio

Com o membro do animal contido, fez-se o bloqueio perineural de acordo com a neuroanatomia observada nas fases anteriores do experimento, buscando o bloqueio dos nervos alvos. A técnica realizada deu-se a partir de um bloqueio realizado em três pontos para cada área de interesse. Essas áreas foram: bloqueio digital palmar (realizado na região média da falange proximal), bloqueio de três pontos baixos (realizado acima dos paradígitos) e bloqueio de três pontos altos (realizado proximal à articulação carpometacárpica). Para todas as regiões, utilizaram-se três pontos de aplicação (FIGURA 1). A aplicação deu-se sempre de distal para proximal, e a sequência ocorreu após as aferições e registros da algometria de cada região.

Durante o procedimento, utilizaram-se álcool 70° para a limpeza do local de aplicação, seringas de 10 ml e agulhas 30 x 0,8mm. O fármaco de escolha foi o cloridrato de lidocaína 2% sem vasoconstritor e utilizou-se um volume de 3 a 4 ml em cada ponto de aplicação, totalizando um volume entre 9 e 12 ml por região. Após 10 minutos da aplicação, respeitando o tempo de latência do fármaco utilizado, foi realizada a repetição da algometria de pressão para a obtenção do LNM pós-bloqueio. Novamente, fizeram-se três medidas para cada região, distal ao local de

aplicação do fármaco, sendo elas as regiões LAT, PAL e MED, do mesmo modo que foi realizado para a obtenção do LNM basal.

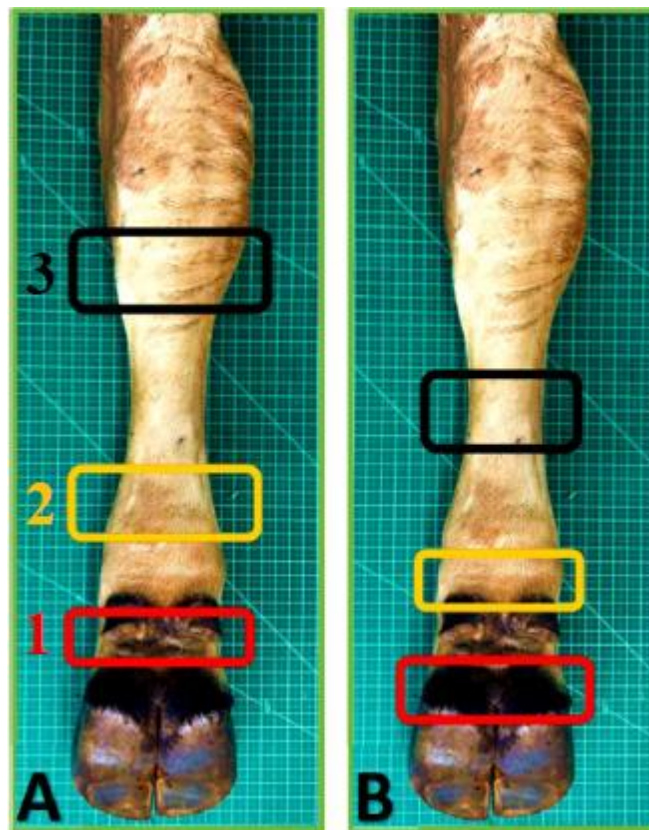


Figura 1. Peça anatômica de membro torácico distal de bovino: A, área de aplicação do anestésico local, de acordo com cada região de interesse; B, região de realização da algometria de pressão para cada área de avaliação: Ponto 1 (Vermelho), bloqueio distal à articulação metacarpo falangeana; Ponto 2 (Amarelo), bloqueio de três pontos baixos; Ponto 3 (Preto), bloqueio de três pontos altos, este realizado distal à articulação carpometacárpica

3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados referentes à força de pressão tolerada (expressa em quilogramas) foram obtidos por meio de algometria em diferentes regiões anatômicas, antes e após a administração de anestesia local nos membros de bovinos. Para cada animal, as medições foram realizadas em três áreas (Lateral [L], Medial [M] e Palmar [P]) dentro de três regiões corporais (Região da Quartela [RQ], Região do Boleto [RB] e Região da Canela [RC]), considerando ambos os membros (Direito [MD] e esquerdo [ME]) como critério de bloco.

Inicialmente, os dados foram organizados para cada combinação Região \times Área. Para cada uma dessas combinações, avaliou-se a normalidade das diferenças pareadas (entre os momentos Antes e Após a anestesia) por meio do teste de Shapiro-Wilk, a fim de verificar se as diferenças entre as medições seguiam uma distribuição normal.

Nos casos em que a normalidade foi confirmada ($p > 0,05$), aplicou-se uma ANOVA de duas vias para medidas repetidas, considerando como fatores intraindividuais o momento (Antes vs. Após) e o membro (MD vs. ME), e utilizando o identificador do animal como unidade experimental. Esse modelo permitiu avaliar tanto o efeito do tratamento quanto sua interação com o membro avaliado.

Nas combinações em que não se confirmou a normalidade ($p \leq 0,05$), utilizou-se o teste não paramétrico de Friedman, considerando o Membro como bloco e o Animal como unidade experimental. Este teste é apropriado para dados pareados que não atendem à suposição de normalidade.

Todas as análises foram realizadas no software R (R 4.5.0), utilizando os pacotes dplyr, tidyr, rstatix e readr. Os resultados foram apresentados em forma de gráficos, possibilitando a identificação de efeitos significativos do tratamento anestésico sobre a percepção de pressão nas diferentes regiões anatômicas avaliadas.

4. RESULTADOS

4.1. Descrição da neuroanatomia em regiões de interesse para realização de bloqueio perineural em bovinos

A partir da dissecação, observação e registros fotográficos, foi possível identificar a anatomia topográfica dos pontos de maior interesse para realização dos bloqueios perineurais na região palmar do membro torácico de bovinos. Com a identificação da neuroanatomia, foi possível descrever as principais estruturas que devem ser observadas e palpadas e sua correlação com a localização da inervação nesses pontos (Figura 2).

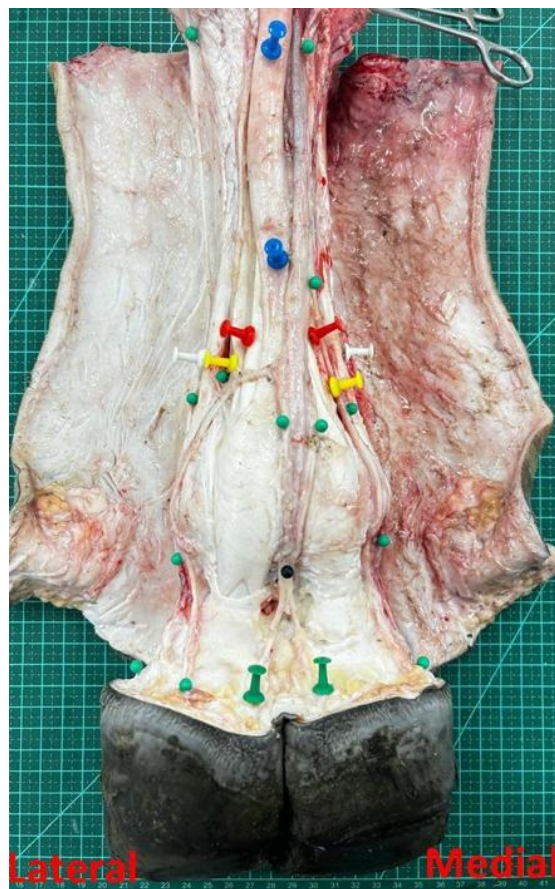


Figura 2. Peça anatômica dissecada de membro torácico de um bovino. Azul, Tendão do músculo flexor digital superficial; Vermelho, Tendão do músculo flexor digital profundo; Amarelo, Ramo do músculo interósseo para o tendão do músculo flexor digital superficial; Branco, Músculo interósseo, ramo lateral e medial; Verde, Inervação palmar da mão; Preto, união do nervo digital palmar III axial e nervo digital palmar IV axial.

4.1.1. Ponto 1 (digital palmar)

Neste ponto é possível observar na face palmar, no espaço interdigital, região proximal das falanges proximais III e IV o nervo digital palmar comum III, formado pela união do nervo digital palmar III axial e nervo digital palmar IV axial a uma profundidade de aproximadamente

dois a três centímetros (cm). Na face lateral do membro, posicionado entre a face palmarolateral da falange proximal do dígito IV e o músculo interósseo (MI), encontramos o nervo digital palmar próprio IV abaxial. Já na face medial do membro, posicionado entre a face palmaromedial da falange proximal do dígito III e o MI, encontramos o nervo digital palmar próprio III abaxial, na face lateral e medial, a inervação digital está a uma profundidade aproximada de 1 cm, conforme demonstrado na Figura 3.

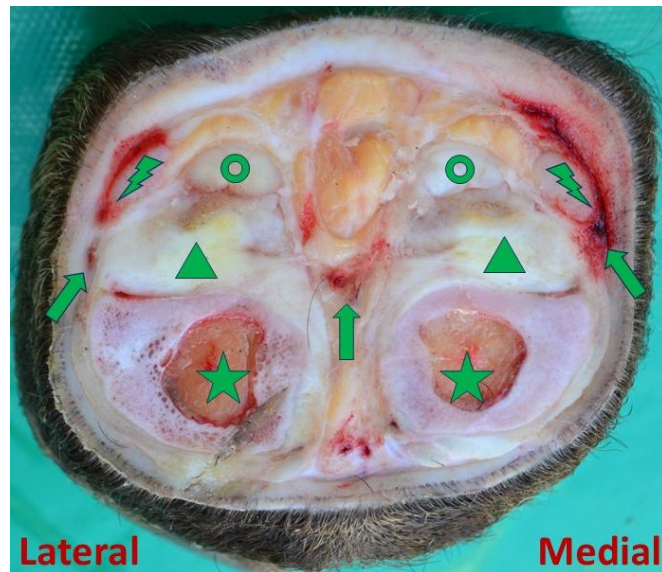


Figura 3. Peça anatômica em corte transversal da região da falange proximal do membro torácico de um bovino. Estrela, Falange proximal dos dígitos III e IV; Triângulo, Tendão do músculo flexor digital superficial; Círculo, Tendão do músculo flexor digital profundo; Raio, Ramo lateral do Músculo interósseo; Setas, Feixe vasculo-nervoso

4.1.2. Ponto 2 (três pontos baixos)

No segundo ponto de interesse para o bloqueio perineural, foi possível identificar na região palmar o nervo digital palmar próprio III lateral e o nervo digital palmar próprio IV medial. Esses nervos tem seus trajetos no sentido de medial para palmar, onde no ponto de bloqueio encontra-se palmar com seu trajeto passando entre a Manica flexora do dígito III e IV. Já na face lateral do membro, encontramos o nervo digital palmar comum IV, nervo digital palmar próprio IV e o nervo digital palmar próprio V, estruturas estas localizadas entre a face palmarolateral do ramo lateral do músculo interósseo e a face dorsolateral da manica flexora do dígito IV. Nesse ponto, na face medial do membro, encontramos o nervo digital dorsal comum II e o nervo digital palmar comum II que estão localizados entre a face palmaromedial do ramo medial do músculo interósseo e a face dorsomedial da manica flexora do dígito III (Figura 4). Nesse ponto a profundidade nas três regiões é de aproximadamente 1 cm.

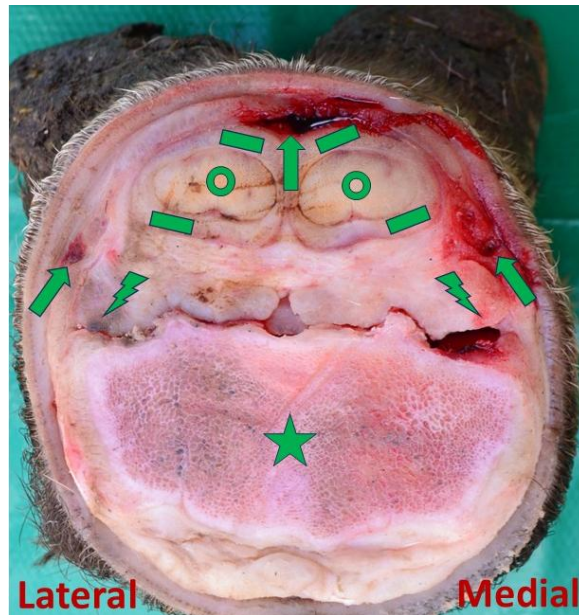


Figura 4. Peça anatômica em corte transversal da região distal do metacarpo III e IV do membro torácico de um bovino. Estrela, Metacarpo III e IV; Traço, Mancha flexora; Círculo, Tendão do músculo flexor digital profundo; Raio, Músculo interósseo; Setas, Feixe vasculo-nervoso

4.1.3. Ponto 3 (três pontos altos).

Esse ponto é o mais proximal, que promoverá analgesia da região distal ao carpo, estando localizado próximo a articulação carpometacárpica. Nele podemos identificar na região lateral o ramo dorsal do nervo ulnar que está localizado na região subcutânea a aproximadamente 1 cm palmar ao tendão extensor digital lateral e dorsal ao MI. Lateralmente ao tendão do músculo flexor digital profundo (TFDP), temos o ramo superficial do nervo ulnar. Já na face medial do membro, encontramos o ramo palmar do nervo ulnar, sua posição pode ser identificada na região medial palmaromedial ao TFDP (Figura 5).

4.2. Descrição da distribuição de solução de contraste por meio da avaliação tomográfica e marcação com solução de azul de metileno em pontos específicos para bloqueios perineurais do membro torácico de bovinos

Aplicou-se a solução de CASF nos locais de bloqueio em uma peça anatômica e, em seguida, foi realizada tomografia computadorizada e dissecação desse membro, sendo possível avaliar a distribuição do líquido na região de aplicação perineural. O volume utilizado foi capaz de marcar a região de interesse, sem que ocorresse extravasamento para outras regiões. Porém, em alguns pontos, essa solução atingiu o vaso adjacente ao nervo de interesse e, desse modo, ocorreu distribuição no sentido proximal ou distal. Fato este observado na imagem tomográfica e também durante a dissecação pela marcação do azul de metileno (Figura 6). Foi

possível visualizar também que a solução CASF, não dissipou distalmente até a região onde ocorreu a avaliação da algometria pressórica.

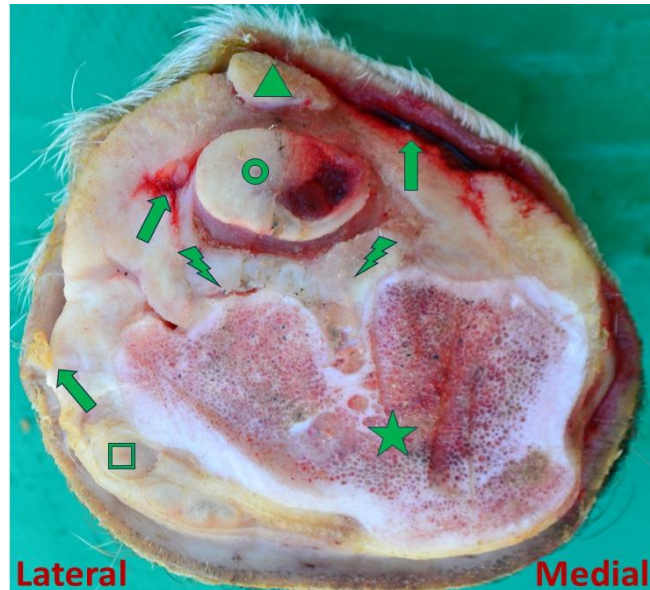


Figura 5. Peça anatômica em corte transversal da região proximal do metacarpo III e IV do membro torácico de um bovino. Estrela, Metacarpo III e IV; Triângulo, Tendão do músculo flexor digital superficial; Círculo, Tendão do músculo flexor digital profundo; Raio, Músculo interósseo; Quadrado, Tendão extensor digital lateral; Setas, Inervação.



Figura 6. Imagem tomográfica do membro torácico de um bovino, A, B e C em reconstrução tridimensional e D scanograma, antes e após aplicação de contraste positivo em pontos para realização de bloqueio perineural. A, Vista palmar sem aplicação de contraste; B, Vista palmar após aplicação de contraste; C, Vista medial sem aplicação de contraste; D, Vista medial após aplicação de contraste.

4.3. Bloqueio perineural

Após identificação da neuroanatomia, foi definido três pontos de realização dos bloqueios perineurais, sempre no sentido de distal para proximal. O primeiro ponto de aplicação e avaliação foi na região média da falange proximal. O segundo ponto na região distal do metacarpo III e IV, acima dos paradígitos (dígitos II e V). Já o terceiro ponto de interesse para os bloqueios perineurais da região distal do membro de bovinos, foi o ponto mais proximal, localizado na região proximal do metacarpo III e IV.

4.3.1. Bloqueio digital palmar

O bloqueio dessa região foi realizado com o membro do animal flexionado e contido. Na região palmar do dígito, identificou-se a região interdigital e introduziu-se uma agulha 30 x 0,8 mm a 90° em relação a pele da região (Figura 7 – C). A agulha foi introduzida a uma profundidade de aproximadamente 3 cm e foi infundido um volume de 3 a 4 ml de lidocaína 2%, sendo 2 a 3 ml no local e 1 ml em formato de cordão, enquanto a agulha era retirada. Na face lateral do membro, após palpação das estruturas de referência (face palmarolateral da falange proximal do dígito IV e ramo lateral do MI) para localização da área de trajeto do nervo, introduziu-se a agulha 30 x 0,8 mm no sentido de proximal para distal em um ângulo próximo a 60°, a uma profundidade de aproximadamente 1,5 cm e fez-se a infusão de 3 ml de lidocaína 2% (Figura 7 - A). O mesmo procedimento foi realizado na face medial do membro torácico dos animais, no qual, após a localização do local onde o nervo foi identificado, entre a face palmaromedial da falange proximal do dígito III e o ramo medial do MI, introduziu-se a agulha no sentido de proximal para distal a um ângulo próximo a 60° e uma profundidade de aproximadamente 1,5 cm e realizou a infusão de 3 ml de lidocaína 2% (Figura 7 - B). Em todos os pontos, a Lido 2% só foi injetada após confirmação de não retorno sanguíneo, ou seja, não ter atingido o interior de nenhum vaso sanguíneo, excluindo o risco de infusão intravascular acidental.

Dez minutos após a infusão de lidocaína a 2% nos pontos indicados, realizou-se novamente a algometria de pressão. Os resultados confirmaram a precisão e confiabilidade do bloqueio digital palmar, evidenciando a dessensibilização das regiões lateral, palmar e medial. Essa eficácia é demonstrada no Gráfico 1 pela diferença significativa ($p < 0,05$) entre o LNM basal e o LNM pós-bloqueio.

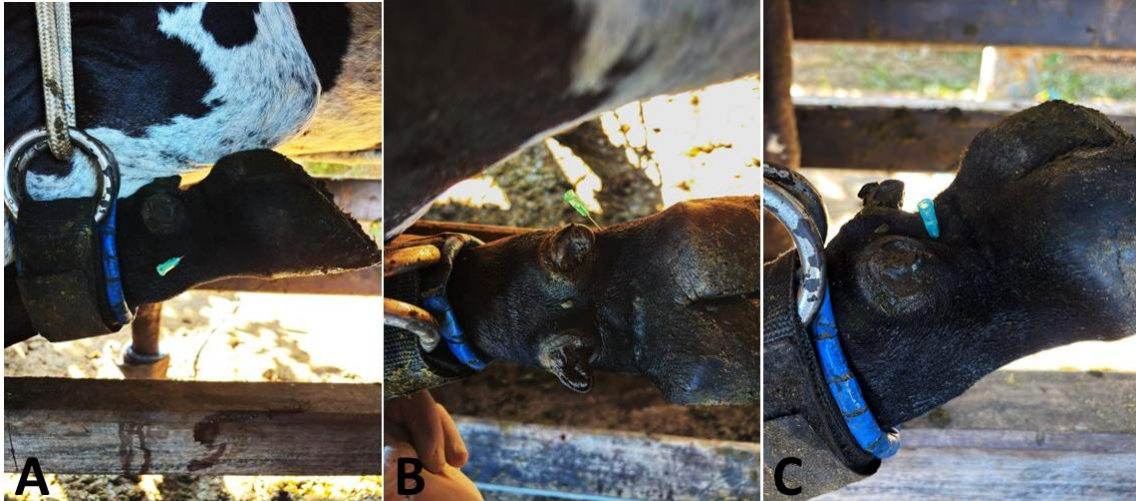
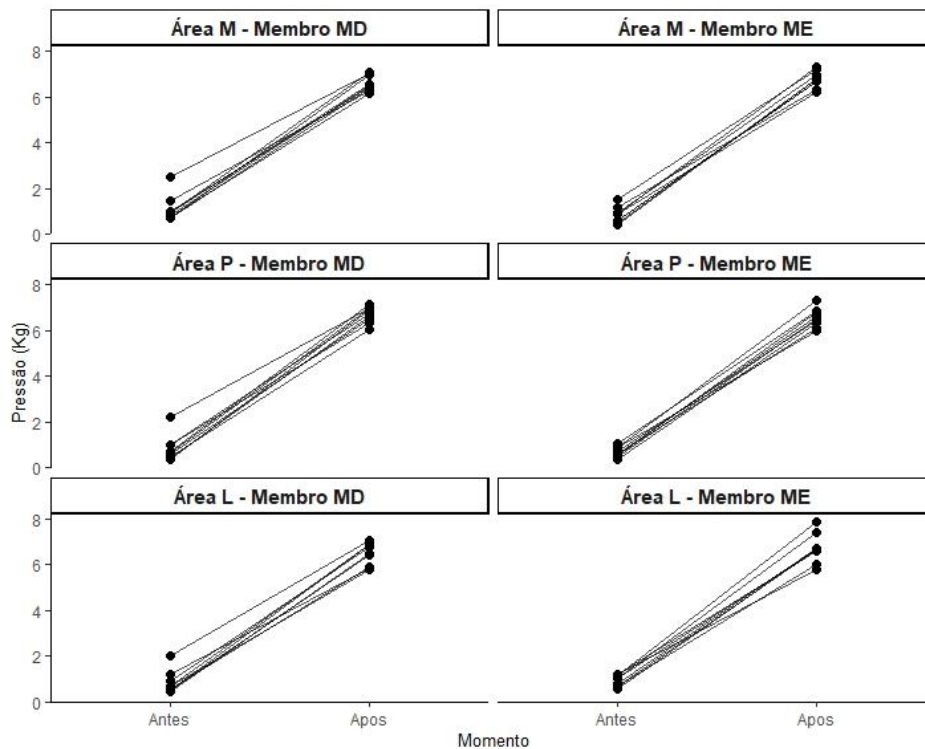


Figura 7. Pontos de aplicação de anestésico de ação local, para realização do Bloqueio digital palmar no membro torácico de bovinos . A, região de aplicação lateral, entre a face palmarolateral da falange proximal do dígito IV e ramo lateral do músculo interósseo; B, região de aplicação medial, entre a face palmaromedial da falange proximal do dígito III e o ramo medial do músculo interósseo; C, aplicação palmar na região interdigital.

Gráfico 1. Limiar nociceptivo mecânico antes e após bloqueio digital palmar em membros torácicos de bovinos.



Abreviações: MD, membro direito; ME, membro esquerdo; M, medial; P, palmar; L, lateral; Kg, quilogramas.

4.3.2. Bloqueio de três pontos baixos

Para realização do bloqueio da região do boleto, foi utilizado um bloqueio de três pontos baixos, sendo um ponto lateral, um palmar e um medial. Na face lateral do membro, palpou-se o ramo lateral do músculo interósseo e a mânica flexora do dígito IV, a agulha foi inserida em um ângulo de 60° no sentido de distal para proximal por aproximadamente 1,5 cm de profundidade (Figura 8 – A) Após confirmar que não atingiu o interior de algum vaso, fez-se a infusão de 3 a 4 ml de lidocaína a 2%. Já na face medial do membro, a localização da inervação de interesse foi identificada por meio da palpação do ramo medial do MI e da mânica flexora do dígito III. Com sua identificação, a agulha foi inserida por aproximadamente 1,5 cm de profundidade em um ângulo de 60° no sentido de distal para proximal e em seguida realizou a infusão de 3 a 4 ml de Lidocaína 2% (Figura 8 – B). Para a infusão de lidocaína a 2% na face palmar da mão, considerando o trajeto da inervação de medial para palmar, o procedimento foi realizado com o membro flexionado. Nessa posição, a agulha foi introduzida no sentido distal-proximal, com angulação de 60° e leve direcionamento medial. O ponto de inserção foi identificado mediante palpação da mânica flexora dos dígitos III e IV, região onde a inervação alvo se situa entre essas estruturas (Figura 8 - C). Alternativamente, com o membro apoiado no solo, o bloqueio foi executado mediante a introdução de três agulhas no sentido proximal-distal. Em ambos os métodos, assegurou-se que a agulha não penetrasse em estruturas vasculares, evitando riscos de administração intravascular da lidocaína.

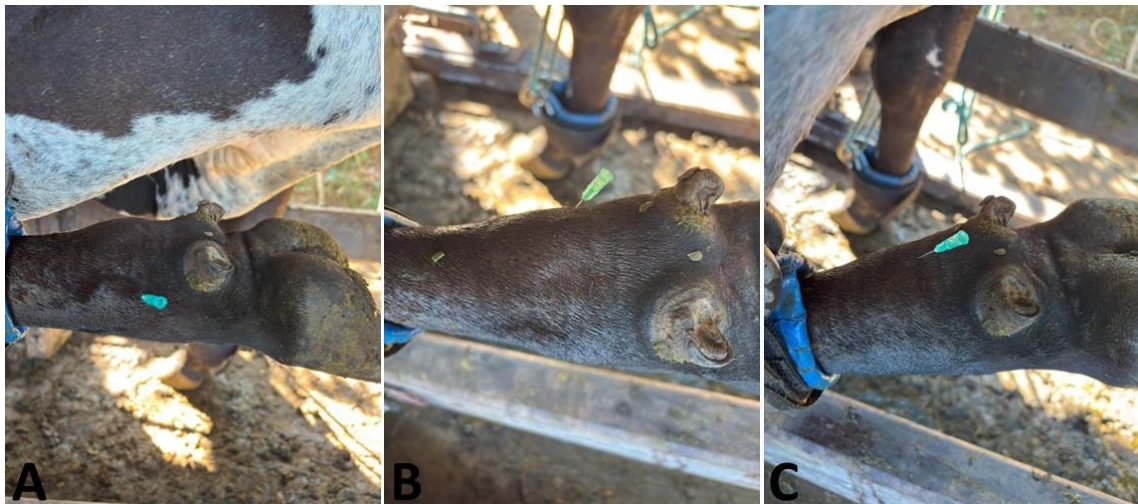
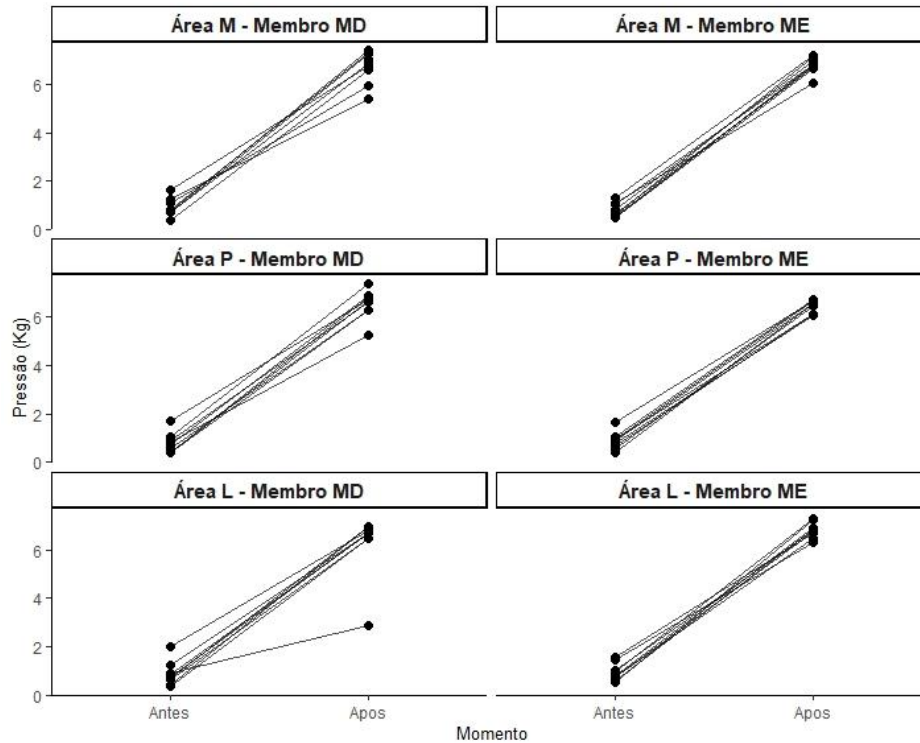


Figura 8. Pontos de aplicação de anestésico de ação local, para realização do Bloqueio de três pontos baixos. A, região de aplicação lateral, entre a face palmarolateral da falange proximal do dígito IV e ramo lateral do músculo interósseo; B, região de aplicação medial, entre a face palmaromedial da falange proximal do dígito III e o ramo medial do músculo interósseo; C, aplicação palmar na região interdigital.

Decorridos 10 minutos da infusão de lidocaína a 2%, a algometria de pressão foi reaplicada para validação da eficácia do bloqueio digital palmar proximal em bovinos. A dessensibilização das regiões lateral, palmar e medial foi confirmada pela diferença

estatisticamente significativa ($P < 0,05$) entre o LNM basal e o pós-bloqueio, conforme demonstrado no Gráfico 2.

Gráfico 2. Limiar nociceptivo mecânico antes e após bloqueio de três pontos baixos em membros torácicos de bovinos.



Abreviações: MD, membro direito; ME, membro esquerdo; M, medial; P, palmar; L, lateral; Kg, quilogramas.

4.3.3. Bloqueio de três pontos altos

No bloqueio proximal realizado neste estudo, localizado na região proximal do metacarpo III e IV, executou-se um bloqueio tríplex de abordagem proximal. Um ponto foi posicionado na face lateral, outro na região palmarolateral e o terceiro na área palmaromedial. O procedimento foi aplicável tanto com o membro apoiado quanto flexionado.

Para o ponto lateral, palpou-se o tendão extensor digital lateral, inserindo-se a agulha 1 cm em direção palmar a esta estrutura (Figura 9 – A). A inserção ocorreu com angulação de 60° e profundidade de 1 cm até contato com o metacarpo IV, infundindo-se 3 a 4 ml de lidocaína a 2%. Os pontos palmarolateral e palmaromedial foram identificados mediante palpação do tendão flexor digital profundo (TFDP) e do músculo interósseo (MI) nas faces lateral e medial, respectivamente (Figuras 9 – B e C). Em ambos, a agulha foi reintroduzida a 60°, administrando-se 3 a 4 ml de lidocaína a 2% por ponto, assegurando-se continuamente a ausência de punção vascular.

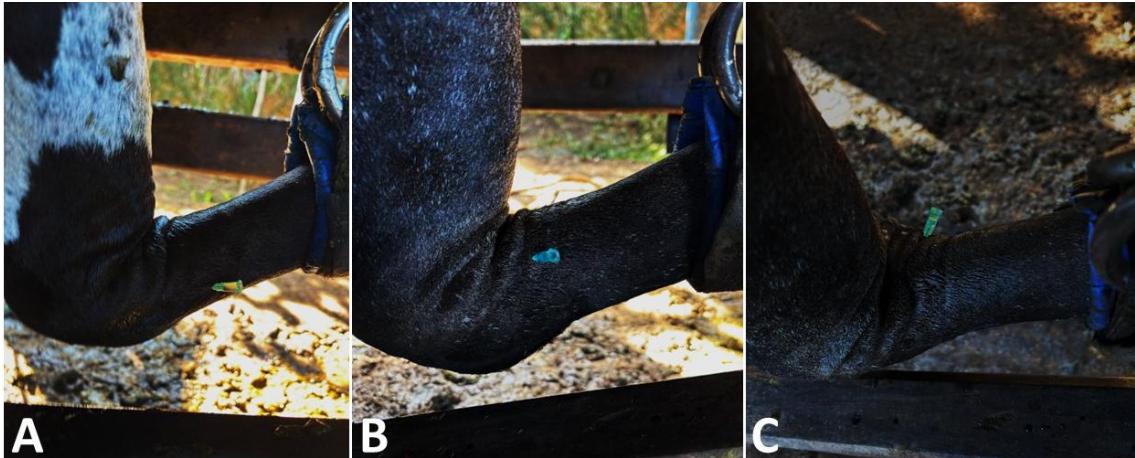
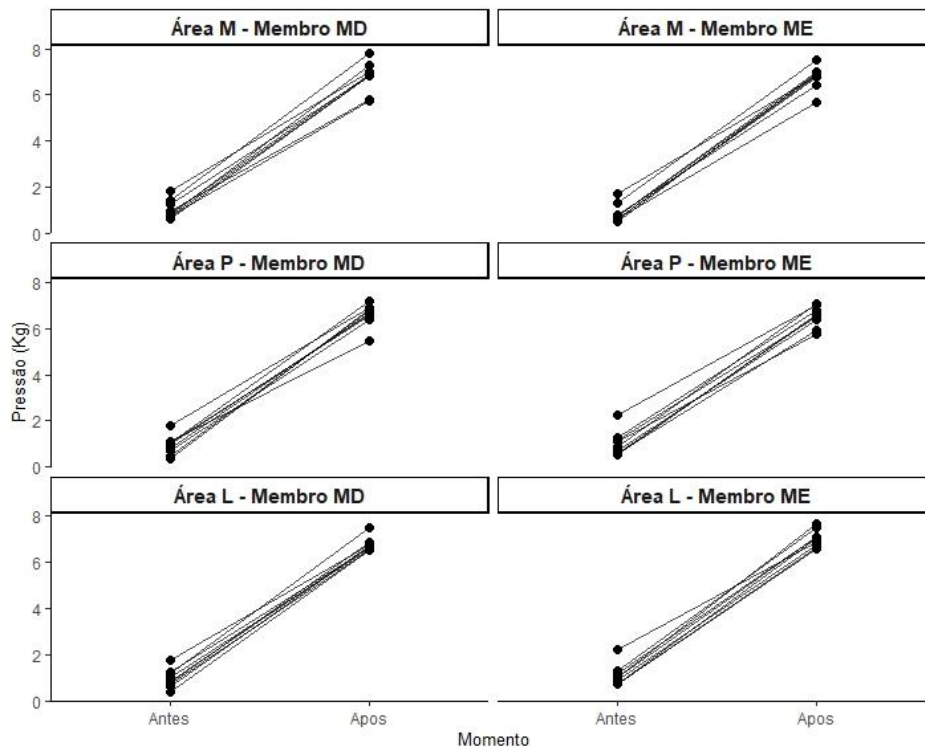


Figura 9. Pontos de aplicação de anestésico de ação local, para realização do Bloqueio de três pontos altos. A, região de aplicação lateral, agulha inserida a 1 cm palmar ao tendão extensor digital lateral; B, região de aplicação palmarolateral, entre a face palmarolateral do músculo interósseo e o tendão do músculo flexor digital profundo; C, aplicação na face medial, agulha inserida entre a face palmaromedial do músculo interósseo e o tendão do músculo flexor digital profundo.

Decorrido o período de latência da lidocaína, o limiar de nocicepção mecânica (LNM) foi reavaliado por algometria de pressão. Os valores pós-bloqueio registrados apresentaram diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) em relação ao LNM basal, conforme demonstrado no Gráfico 3.

Gráfico 3. Limiar nociceptivo mecânico antes e após bloqueio de três pontos altos em membros torácicos de bovinos.



Abreviações: MD, membro direito; ME, membro esquerdo; M, medial; P, palmar; L, lateral; Kg, quilogramas

5. Discussão

Apesar de alguns estudos como os de Dyson (1986), Baxter (2011), Schumacher et al. (2014) e Silveira et al.(2020) citarem que em equinos, possam ocorrer variações anatômicas na inervação dos membros, que podem interferir na interpretação dos bloqueios perineurais. Neste estudo, apesar do número pequeno de peças utilizadas, não foram encontradas variações na neuroanatomia da mão de bovinos, que possam prejudicar a realização dos bloqueios perineurais. Utilizou-se animais sem padronização de raças e oriundos de cruzamentos, o que, teoricamente, pode aumentar as possibilidades de variações anatômicas dos ramos nervosos da mão . Silveira et al. (2020), que utilizaram equinos da raça crioula e citaram que variações anatômicas podem estar ligadas a questão racial dos animais. Nesse mesmo trabalho, os autores ainda citaram que essas variações anatômicas entre animais, ou mesmo entre os membros torácicos esquerdo e direito de um mesmo indivíduo, podem levar a diferentes interpretações no bloqueio perineural em equinos.

Em equinos, a técnica utilizada para bloqueio perineural em região distal de membros torácicos é realizada através de dois pontos de bloqueio dos nervos digitais palmares, quatro pontos baixos e quatro pontos altos (Baccarin et. al., 2015). Neste estudo, a técnica proposta de acordo com a dissecação das peças, exame de tomografia computadorizada contrastada e marcação com azul de metileno com posterior dissecação, foi a realização do bloqueio com a utilização de três pontos para aplicação do fármaco em cada região de interesse.

Exames de imagem contrastados para avaliação da distribuição do fármaco são ferramentas de grande importância em estudos clínicos, assim como para avaliação da aplicação de medicamentos no sistema locomotor em grandes animais (Nagy et al., 2009; Nagy et al., 2010; Contino et al., 2015; Cantatore et al., 2020; Gruyaert et al 2024). Nesse estudo, foi realizada a tomografia computadorizada, assim, foi possível avaliar a difusão de uma solução com meio de contraste, nos pontos de aplicação pré-definidos a partir do conhecimento da neuroanatomia para o bloqueio perineural.

Outra técnica utilizada neste trabalho, foi a marcação por azul de metileno, que também é utilizada, e de grande valia em estudos para visualização da difusão de soluções em tecidos animais (de Souza et al., 2022). A avaliação das imagens tomográficas, juntamente com a dissecação da peça, após infusão de solução contendo contraste e azul de metileno no volume de três a quatro ml, comprovaram que os locais escolhidos para aplicação estavam corretos e, portanto, atingiram os ramos nervosos pretendidos. Possibilitando assim que a partir da aplicação desse volume de anestésico local, nos pontos pré-definidos, seria capaz de atingir o

nervo localizado naquela região e promover o bloqueio da região distal a este. Por meio da avaliação tomográfica e da marcação com azul de metileno, constatou-se que a solução infundida atingiu apenas a área de interesse, não ocorrendo difusão para tecidos adjacentes, o que poderia ocasionar diagnósticos errôneos, conforme demonstrado por???

Em um estudo realizado na Universidade de Medicina Veterinária de Hannover por Yavari et al. (2017), os autores fizeram a comparação entre a anestesia regional intravenosa e uma técnica modificada de quatro pontos para bloqueio no membro posterior de vacas leiteiras. Para tal, os autores mantiveram os animais em decúbito lateral em uma mesa cirúrgica. Diferentemente, o experimento proposto foi desenvolvido em uma propriedade rural, nas condições habitualmente encontradas pelo médico veterinário de campo. Os animais foram mantidos em posição quadrupedal e contidos em tronco de contenção próprio para a espécie.

A técnica realizada no estudo de Yavari et al. (2017), utilizou de 10 a 15 ml de anestésico local em cada um dos quatro pontos de aplicação, infundindo um total de 40 a 60 ml em apenas uma região do membro desses animais. A técnica utilizada neste trabalho, foi o bloqueio realizado em três pontos de aplicação de anestésico local e com um volume reduzido de 3 a 4 ml por ponto, perfazendo um total de 9 a 12 ml por região, volume este utilizado em apenas um dos quatro pontos por Yavari et al., (2017). Foi utilizado um volume menor, porém suficiente para a realização da dessensibilização da região de interesse. Evitando assim, que ocorra difusão exagerada do anestésico local, ocasionando um possível diagnóstico falso negativo durante um exame de claudicação. Fato este que corrobora Schumacher e Schramme (2018), que recomendam que para fins diagnósticos, deve-se utilizar o volume anestésico mínimo necessário para uma dessensibilização.

Outro fator importante, é a redução do uso de fármacos, visto que, em um animal com 300 kg de peso vivo, considerando a dose máxima de lidocaína a 2% recomendada que é 7 mg/kg (Massone et al., 2011), o volume máximo que poderia ser infundido é de 105 ml. Na técnica proposta por Yavari et al., (2017), em caso de necessidade de bloqueio em dois membros de um animal com esse peso, ultrapassaria esse volume, podendo levar a intoxicação e risco para a saúde do animal.

Em relação a obtenção do limiar nociceptivo, este pode ser realizado por meio de estímulo elétrico, térmico ou mecânico (Referência?). Neste estudo, foi utilizada a técnica em que se realiza o estímulo mecânico, por ser uma técnica confiável e bastante utilizada em estudos com grandes animais (Van Loon et al., 2012; Paz et al., 2016; Menke et al., 2016; Visser et al., 2019; Haussler, 2020; Malacarne et al., 2020; Cota et al., 2022). Em equinos o indicado para o teste de LNM é uma força máxima entre 6,0 (Zarucco et al., 2010) e 6,63 Kg

(Hoerdemann et al., 2017), evitando assim o risco de lesões. Em bovinos, devido a uma maior espessura de pele, em alguns animais esse valor foi ultrapassado, chegando próximo a 8 kg de pressão em alguns animais pós bloqueio. Para Haussler (2020), em cavalos, a faixa relatada de aplicação de pressão varia tipicamente de 3 a 10 kg, porém, ao testar locais mais sensíveis, espera-se LNMs muito mais baixos.

Yavari et al. (2017) testaram os três tipos de estímulo para a obtenção do limiar nociceptivo, dando preferência aos testes com estimulação elétrica. Porém, o nível de corte utilizado para testar o limiar nociceptivo mecânico por esses autores foi de 20 newtons, o que equivale a 2,04 kg de pressão, onde relataram que, escolheram o método de estímulo por meio da eletricidade. Os autores justificam a escolha pelo fato que em alguns animais, o nível de corte do LNM era alcançado ao realizar o teste pré bloqueio e sem sinais de reação. No presente trabalho, notou-se que em alguns animais, esse valor também foi atingindo no teste do LNM basal, o que corrobora o encontrado no estudo citado.

Ao utilizar um nível de corte superior (6 a 7 kg), foi possível a realização dos testes e a verificação da dessensibilização das áreas, visto que valores mais baixos de LNM indicam maior sensibilidade da área aplicada e valores mais altos de LNM indicam menor sensibilidade e, conseqüentemente, menos dor (Haussler, 2020). Após a realização dos procedimentos, os animais foram avaliados e acompanhados até o retorno à pastagem, buscando verificar uma possível presença de escoriações na área de teste do LNM e posteriores sinais de claudicação nos animais. Não havendo sinais de claudicação nem a presença de escoriações, o teste de LNM foi considerado seguro e eficaz para a avaliação em membros de bovinos. Optou-se pelo estímulo mecânico, indo de acordo com o relatado por Luna et al. (2015), que citam que, em equinos, os melhores resultados para a obtenção do limiar nociceptivo foram encontrados, em ordem decrescente, para a estimulação mecânica, térmica e elétrica.

Para a realização de uma técnica mais precisa, em caso de dificuldade para a identificação das estruturas anatômicas por meio da palpação e para médicos veterinários inexperientes, o uso da ultrassonografia poderá auxiliar, servindo de guia para as injeções perineurais. A técnica de realização de bloqueios perineurais, guiada por imagens ultrassonográficas, é muito utilizada em medicina veterinária e descrita em várias espécies e situações para diferentes áreas de bloqueios, melhorando, assim, a eficácia da técnica (Maia et al., 2020; Van Der Laan et al., 2021; Colla et al., 2023; Duffee, 2024; Alquaymi et al., 2025). Ainda de acordo com Alquaymi et al. (2025), bloqueios perineurais guiados por ultrassonografia são acessíveis até mesmo para veterinários com experiência limitada, desde que tenham um conhecimento fundamental da anatomia ultrassonográfica. Fato este que pode

ser alcançado utilizando a descrição da neuroanatomia apresentada neste trabalho, juntamente com a descrição da anatomia ultrassonográfica descrita por Pereira et al. (2023) para a região distal do membro torácico de bovinos.

Em relação à dessensibilização da pele, na região da quartela, essa ocorreu em 9/9 (100%) dos membros direitos e 9/9 (100%) dos membros esquerdos, nas três áreas de avaliação. O mesmo ocorreu na região palmar do metacarpo, onde a dessensibilização ocorreu em 100% dos membros direitos (9/9) e esquerdos (9/9), nas três áreas de avaliação (lateral, palmar e medial). Já na região do boleto, no membro esquerdo, ocorreu a dessensibilização em 9/9 (100%) dos animais nas três áreas de avaliação e em 9/9 (100%) na área medial e palmar do membro esquerdo. Na área lateral da região do boleto no membro direito, a dessensibilização total da pele ocorreu em 8/9 (88,9%) dos animais. O animal em que não ocorreu a dessensibilização completa da pele, na região do boleto no membro direito, foi o segundo animal a passar pelo procedimento, podendo ser um efeito relacionado à curva de aprendizagem. De acordo com Maia et al. (2020), o perfeito domínio das técnicas permite que as injeções perineurais sejam aplicadas com sucesso e, principalmente, com segurança, reduzindo as chances de complicações secundárias e de se produzirem diagnósticos falso-negativos.

Para maior confiabilidade do estudo, de acordo com Malacarne et al. (2020) e Haussler (2020), todos os testes de LNM basal e pós-bloqueio foram realizados por um único examinador. Como precaução adicional, mais dois observadores ajudaram na avaliação da resposta dos animais à pressão aplicada, principalmente para a obtenção do LNM basal, para julgar se o ponto final nociceptivo adequado foi atingido pelo examinador durante o procedimento.

6. Conclusão

Este estudo demonstrou que a técnica desenvolvida para bloqueio perineural da região distal do membro torácico em bovinos é viável e eficaz. Isso é fundamentado em um detalhado mapeamento neuroanatômico, com validação por meio de tomografia computadorizada e utilização da algometria de pressão no teste realizado em animais. Os resultados demonstram que a técnica é reprodutível, inclusive em situações de campo e capaz de promover dessensibilização significativa nas regiões-alvo. Essa técnica poderá se tornar uma ferramenta valiosa para o diagnóstico e manejo da dor em bovinos. A abordagem proposta supera limitações de técnicas tradicionais, como a anestesia infiltrativa circular, ao garantir maior

precisão e reduzir o volume de anestésico utilizado. No entanto, estudos futuros com amostras maiores, grupos com diferentes raças e avaliações de longo prazo são recomendados para consolidar esses achados e explorar possíveis variações anatômicas entre as raças. A técnica descrita tem potencial para se tornar um padrão na prática clínica, contribuindo para o bem-estar animal, para a produtividade na bovinocultura e para a avaliação clínica de touros atletas.

Declaração de conflito de interesses

Os autores declaram que a pesquisa foi conduzida na ausência de qualquer relação financeira que possa ser interpretada como um potencial conflito de interesses.

Agradecimentos

Este estudo foi financiado por meio de bolsas estudantis concedidas pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

- ALQUAYMI, N., MARZOK, M. A., AL MOHAMAD, Z., & EL-SHERIF, M. W. Targeted Pain Relief in Horses: Ultrasound-Guided Nerve Block Techniques. *Egyptian Journal of Veterinary Sciences*, 1-10, 2025.
- ARCHER, S.; BELL, N.; HUXLEY, J. Lameness in UK dairy cows: a review of the current status. In *Practice*, v. 32, n. 10, p. 492-504, 2010. ISSN 0263-841X.
- BACCARIN, R. Y. A., BROSSI, P. M., & SILVA, L. C. L. C. da. Guia ilustrado para injeção perineural em membros locomotores de equinos. São Paulo: Quiron Comunicação 2015.
- BASBAUM, A.I.; BAUTISTA, D.M.; SCHERRER, G.; JULIUS, D. Cellular and molecular mechanisms of pain. *Cell* 2009, 139, 267–284.
- BAXTER, G.M. Adams and Stashak's lameness in horses. 6.ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2011. xxviii + 1242p. ISBN 978-0-8138-1549-7.
- COLLA, S., SEABAUGH, K. A., ZANOTTO, G. M., & SELBERG, K. Blind versus ultrasound-guided low-volume perineural injection of tibial and fibular nerves in equine cadaver limbs. *Journal of Equine Veterinary Science*, 126, 104299, 2023.
- CANTATORE, F., MARCATILI, M., PAGLIARA, E., BERTUGLIA, A., & WITHERS, J. Diffusion of radiodense contrast medium following perineural injection of the deep branch of the lateral plantar nerve using two different techniques in horses: an in vivo study. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 33(04), 235-242, 2020.
- CONTINO, E. K., KING, M. R., VALDÉS-MARTÍNEZ, A., & MCILWRAITH, C. W. In vivo diffusion characteristics following perineural injection of the deep branch of the lateral plantar nerve with mepivacaine or iohexol in horses. *Equine Veterinary Journal*, 47(2), 230-234, 2015.
- CONSTABLE, P. D., HINCHCLIFF, K. W., DONE, S. H., & GRÜNBERG, W. *Veterinary medicine: a textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats*. Elsevier Health Sciences, 2016.
- COTA, L.D.O.; MALACARNE, B.D.; DIAS, L.A.; NETO, A.C.P.; KNEIPP, M.L.A.; CAVALCANTE, M.A.; XAVIER, A.B.D.S. Mechanical nociceptive assessment of the equine hoof after navicular bursa anesthetic infiltration validated by bursography. *Plos one*, n.17, v.6, 2022.
- DE SOUZA, A. F., PASCUAL, C. J., MAIA, B. T., & DO VALLE DE ZOPPA, A. L. Diffusion of dye after perineural injection of the palmar/plantar nerves in two different sites in horses: an ex-vivo study. *Veterinary Research Communications*, 46(1), 283-288, 2022.
- DESROCHERS, A.; ANDERSON, D. E.; ST-JEAN, G. Lameness examination in cattle. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, v. 17, n. 1, p. 39-51, v, 2001. ISSN 0749-0720.

- DOS SANTOS, A. P. D. P., DOS SANTOS, K. J. G., DA COSTA, M. A., DA COSTA FERRO, D. A., & DA COSTA FERRO, R. A. Bem-estar na bovinocultura relacionado à produção. *Pubvet*, 7, 1568-1574, 2013.
- DUFFEE, L. Ultrasound-guided locoregional blocks: An emerging trend in veterinary practice for dogs and cats. *Small Animal Anesthesia and Pain Management*, 351-367, 2024
- DYSON, S. (1986) Problems associated with the interpretation of the results of regional and intra-articular anaesthesia in the horse. *Vet. Rec.* 118, 419-422.
- GONÇALVES, V. S. P., NETO, J. S. F., DE AZEVEDO, S. S., CLEMENTINO, I. J., PIMENTA, C. L. R. M., FERNANDES, L. G., ... & TELLES, E. O. Caracterização da pecuária bovina no Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil. *Semina: Ciências Agrárias*, 36(1), 557-569, 2015.
- GOZALO-MARCILLA, M.; LUNA, S. P. L.; GASTHUYS, F.; SCHAUVLIEGE, S. Thermal, mechanical and electrical stimuli in antinociceptive studies in standing horses: an update. *Veterinary anaesthesia and analgesia*, v. 47, n. 1, p. 15-27, 2020.
- GRUYAERT, M., OOSTERLINCK, M., HASPELAGH, M., & NAGY, A. Computed tomographic evaluation of the proximity of needles placed for perineural anesthesia of the palmar digital nerves to synovial structures in the foot: an ex vivo study. *Frontiers in Veterinary Science*, 11, 1404331, 2024.
- HAUSSLER, K. K. Pressure Algometry for the Detection of Mechanical Nociceptive Thresholds in Horses. *Animals*, v. 10, n. 12, p. 2195, 2020.
- HOERDEMANN, MONA; SMITH, RACHAEL L.; HOSGOOD, GISELLE. Duration of action of mepivacaine and lidocaine in equine palmar digital perineural blocks in an experimental lameness model. *Veterinary Surgery*, v. 46, n. 7, p. 986-993, 2017.
- LOVE, E.J.; MURRELL, J.; WHAY, H.R. Thermal and mechanical nociceptive threshold testing in horses: a review. *Veterinary anaesthesia and analgesia*, v. 38, n. 1, p. 3-14, 2011.
- LUNA, S.P.; LOPES, C.; ROSA, A.C.; OLIVEIRA, F.A.; CROSIGNANI, N.; TAYLOR, P.M.; PANTOJA, J.C. Validation of mechanical, electrical and thermal nociceptive stimulation methods in horses. *Equine Vet. J.* 2015, 47, 609–614.
- MAIA, B. T., PASCUAL, C. J., DE SOUZA, A. F., DO PRADO VENDRUSCOLO, C., BACCARIN, R. Y. A., & DE ZOPPA, A. L. D. V. Diagnostic perineural blocks in horses: review of relevant points and the contribution of ultrasonography, 2020.
- MALACARNE, B.D.; COTA, L.O.; NETO, A.C.P.; PAZ, C.F.R.; DIAS, L.A.; CORREA, M.G.; CARVALHO, A.M.; FALEIROS, R.R.; XAVIER, A.B.S. Mechanical nociceptive assessment of the equine hoof following distal interphalangeal joint intra-articular anesthesia. *PeerJ*, 8, e9469, 2020.
- MASSONE, F. et al. *Anestesiologia veterinária: farmacologia e técnicas: texto e atlas colorido*. 2011.

- MENKE, E. S.; BLOM, G.; VAN LOON, J. P. A. M.; BACK, W. Pressure Algometry in Icelandic Horses: Interexaminer and Intraexaminer Reliability. *Journal of Equine Veterinary Science*, v.36, p.26–31, 2016.
- NAGY, A., BODÓ, G., DYSON, S. J., SZABO, F., & BARR, A. R. S. Diffusion of contrast medium after perineural injection of the palmar nerves: an in vivo and in vitro study. *Equine veterinary journal*, 41(4), 379-383, 2009.
- NAGY, A., BODÓ, G., DYSON, S. J., COMPOSTELLA, F., & BARR, A. R. S. Distribution of radiodense contrast medium after perineural injection of the palmar and palmar metacarpal nerves (low 4-point nerve block): an in vivo and ex vivo study in horses. *Equine veterinary journal*, 42(6), 512-518, 2010.
- PAZ, C. F.R.; MAGALHAES, J. F.; MENDES, H. M. F.; JUNIOR, S. R.; BELKNAP, J. K.; ALVES, G. E. S.; FALEIROS, R. R. Mechanical nociceptive thresholds of dorsal laminae in horses after local anaesthesia of the palmar digital nerves or dorsal branches of the digital nerve. *The Veterinary Journal*, v. 214, p. 102-108, 2016.
- PEREIRA, D. G., FERRANTE, M., PEREIRA, R. N., & JUNIOR, A. C. C. L. Ultrasonographic anatomy of the distal flexor structures of the thoracic members of rodeo bulls. *Research in Veterinary Science*, 158, 65-75, 2023.
- ROSS, M. W., & DYSON, S. J. *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*. Elsevier Health Sciences, 2011.
- SCHUMACHER J, SCHRAMME M. Diagnostic and regional surgical anesthesia of the limbs and axial skeleton. In: Auer J, Stick J, Kummerle J, Prange T, eds. *Equine surgery*. St. Louis: Saunders Elsevier, 1220_1227, 2020.
- SILVEIRA, B. B., SOUZA, E. C., DOS SANTOS, M. D. N., PORCIUNCULA, M. L., AZEVEDO, M. D. S., DUARTE, C. A., DE SOUZA JUNIOR, P. Digit innervation of the thoracic limb of Criollo horses: Anatomical description and consequences to perineural blocks. *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 49(6), 728-736, 2020.
- TAYLOR, P.M.; CROSIGNANI, N.; LOPES, C.; ROSA, A.C.; LUNA, S.P.; PUOLI FILHO, J.N. Mechanical nociceptive thresholds using four probe configurations in horses. *Veterinary anaesthesia and analgesia*, v. 43, n. 1, p. 99-108, 2016.
- VAN DER LAAN, MAYLIN; RAES, ELS; OOSTERLINCK, MAARTEN. Cadaveric comparison of the accuracy of ultrasound-guided versus ‘blind’perineural injection of the tibial nerve in horses. *The Veterinary Journal*, v. 269, p. 105603, 2021.
- VAN LOON, J.P.; MENKE, E.S.; L’AMI J, J.; JONCKHEER-SHEEHY, V.S.; BACK, W.; VAN WEEREN, R. P. Analgesic and anti-hyperalgesic effects of epidural morphine in an equine LPS-induced acute synovitis model. *The Veterinary Journal*, v. 193, n. 2, p. 464-470, 2012.

VISSER, E.M.S.; EVELINE, S.; MENKE, E.S.; VAN LOON, P.A.M.J. Pressure algometry for assessment of abdominal wall sensitivity in horses after ventral midline coeliotomy. *Veterinary anaesthesia and analgesia*, v. 46, n. 6, p. 820-828, 2019

YAVARI, S., KHRAIM, N., SZURA, G., STARKE, A., ENGELKE, E., PFARRER, C., REHAGE, J. Evaluation of intravenous regional anaesthesia and four-point nerve block efficacy in the distal hind limb of dairy cows. *BMC Veterinary Research*, 13, 1-11, 2017.

ZARUCCO, L.; DRIESSEN, B.; SCANDELLA, M.; COZZI, F.; CANTILE, C. Sensory nerve conduction and nociception in the equine lower forelimb during perineural bupivacaine infusion along the palmar nerves. *The Canadian Journal of Veterinary Research*. v. 74, 305-313 p., 2010.