

MARIA TERESA DE MELLO RÊGO SOUTO

**Técnica de bloqueios contínuos guiados por
ultrassonografia para membros torácicos de
equinos: nervos mediano e ulnar**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina
da Universidade de São Paulo para obtenção
do título de Doutor em Ciências

Programa de Anestesiologia

Orientadora: Profa. Dra. Aline Magalhães
Ambrósio

**São Paulo
2018**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Souto, Maria Teresa de Mello Rêgo
Técnica de bloqueios contínuos guiados por
ultrassonografia para membros torácicos de equinos
: nervos mediano e ulnar / Maria Teresa de Mello
Rêgo Souto. -- São Paulo, 2018.
Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo.
Programa de Anestesiologia.
Orientadora: Aline Magalhães Ambrósio.

Descritores: 1.Cavalos 2.Cateteres 3.Cateteres
de demora 4.Bombas de infusão 5.Bloqueio nervoso
6.Nervo ulnar 7.Nervo mediano 8.Ultrassonografia de
intervenção

USP/FM/DBD-403/18

Responsável: Erinalva da Conceição Batista, CRB-8 6755

*“Nós somos aquilo que fazemos
repetidamente. A excelência, então,
não é um ato, mas um hábito.”*

Aristóteles

DEDICATÓRIA

Ao meu marido, Edson G. Tosta, e às minhas filhas, Ana Beatriz S.G. Tosta e Giuliana S.G. Tosta, pela paciência e por todo apoio às minhas escolhas. E por muitas vezes suportarem meu mau humor.

Aos meus pais, Massilon Souto e Teresa Cristina Souto, por acreditarem sempre em mim e pelo orgulho que sentem em tudo que realizo. Por nunca impedirem ou colocarem dificuldades na minha escolha profissional, mesmo sabendo que seria uma jornada difícil.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas que, de uma maneira ou de outra, ajudaram na realização deste trabalho.

À minha orientadora, Profa. Dra. Aline Magalhães Ambrósio, por ter me escolhido para realizar esta pesquisa e por acreditar em minha capacidade.

Ao Dr. Adilson Hamaji e ao Dr. Marcelo Hamaji, meu muito obrigada pela paciência, por terem abraçado este projeto com tanto carinho e dedicação, pelos domingos de descanso perdidos e por terem me ensinado tudo que sei sobre anestesia regional guiada por ultrassom. Serei sempre grata por tudo que fizeram por mim e pelos cavalos.

Ao Dr. Marcelo Vaz Perez e à Dra. Ligia Mathias, por me apoiarem e ajudarem nos primeiros passos deste projeto.

À Profa. Dra. Denise Fantonni, por me emprestar suas mãos precisas na realização deste trabalho, por transmitir seus conhecimentos, por me tornar uma apaixonada pela profissão de anestesista e, principalmente, por sua grande amizade, a qual conquistamos durante esses 12 anos de convívio.

Agradeço muito pela paciência e dedicação da amiga Cynthia Vendruscolo, cujo companheirismo foi primordial na realização desta tese.

Aos enfermeiros do Hovet, da FMVZ-USP, Cícero Antônio da Silva que, com toda dedicação, esteve sempre muito solícito, principalmente na triagem das peças anatômicas. Sem ele, certamente não conseguiria realizar esta pesquisa. E ao Marcos Roberto Rodrigues Alves, por ser um amigo nas horas certas e sempre tentar resolver meus pedidos.

Aos professores André Luiz de Zoppa, Luiz Claudio L.C. Silva e Raquel Baccarin, da FMVZ-USP, por toda ajuda nos casos clínicos.

Aos animais que, infelizmente, faleceram e que, por meio deles, pude desenvolver esta pesquisa. Somente assim esta técnica pôde ser concretizada e, certamente, será possível ajudar outros cavalos que sofrem com dor.

Aos amigos que edifiquei, Claudia Alexandre Pereira, Arlen Claiton Cirino dos Santos e Sandra Regina Marques da Silva, da Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Anestesiologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, pelo trabalho brilhante, pela paciência e pelos subsídios fornecidos a mim durante esses quatro anos.

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

Esta tese está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver).

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Serviço de Biblioteca e Documentação.
Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias.

Elaborado por Aneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3ª ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentações; 2011.

Abreviatura dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

SUMÁRIO

Lista de abreviaturas e siglas	
Lista de figuras	
Lista de tabelas	
Lista de quadros	
Lista de gráficos	
Resumo	
Abstract	
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	5
2.1 Objetivo Geral.....	6
2.2 Objetivo Específico.....	6
3 REVISÃO DA LITERATURA.....	8
4 MÉTODOS	24
4.1 Primeira Fase (<i>In Vitro</i>) - Animais.....	25
4.1.1 Sonoanatomia	26
4.1.2 Agulhamento e passagem de cateter	27
4.1.3 Tomografia Computadorizada.....	29
4.2 Segunda Fase - <i>In Vivo</i>	31
4.3 Análise Estatística	35
5 RESULTADOS.....	36
5.1 Primeira Fase (<i>In Vitro</i>) - Animais.....	37
5.1.1 Anatomia do membro torácico (região antebraquial)	37
5.1.2 Sonoanatomia dos nervos mediano e ulnar	41
5.1.3 Dispersões perineurais e fixação de cateter	43
5.1.3.1 Nervo mediano.....	44
5.1.3.2 Nervo ulnar	46
5.1.4 Tomografia computadorizada.....	47
5.1.4.1 Nervo mediano.....	47
5.1.4.2 Nervo ulnar	49
5.2 Segunda Fase - <i>In Vivo</i>	50
5.2.1 Medidas externas e internas	50
5.2.2 Relação de peso entre raças	56
5.2.3 Relação de idade entre raças	57
5.2.4 Medidas externas para abordagem dos nervos mediano e ulnar	57
5.2.5 Medidas internas: profundidade dos nervos mediano e ulnar	57
5.2.6 Medidas internas: área dos nervos mediano e ulnar.....	57
6 DISCUSSÃO	61
7 CONCLUSÃO	69
8 ANEXOS	71
9 REFERÊNCIAS.....	74

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AL	- Anestésico local
AM	- Artéria mediana
AR	- Árabe
AU	- Artéria ulnar
BCNP	- Bloqueio contínuo de nervo periférico
BH	- Brasileiro de Hipismo
BNP	- Bloqueio de nervo periférico
CEUA	- Comitê de Ética no Uso de Animais
EUA	- Estados Unidos da América
FMVZ-USP	- Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo
ISH	- <i>Irish Sport Horse</i>
MFCR	- Músculo flexor carpo radial
MFCU	- Músculo flexor carpo ulnar
MFDP	- Músculo flexor digital profundo
MFDS	- Músculo flexor digital superficial
NM	- Nervo medial
NU	- Nervo ulnar
PSI	- Puro-Sangue Inglês
PGE2	- Prostaglandina E2
QM	- Quarto de milha
TC	- Tomografia computadorizada
T/W	- <i>Thoroughbred/Warmblood</i>
TLCE	- Termo de Livre Consentimento Esclarecido
SONAR	- <i>Sound Navigation and Ranging</i>
VM	- Veia mediana
VU	- Veia ulnar

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura do nervo periférico e seus componentes.....	11
Figura 2 - Desenho esquemático da origem do plexo braquial	12
Figura 3 - Representação dos nervos mediano e ulnar em seres humanos e em equinos.....	13
Figura 4 - Esquema comparativo dos membros torácicos do ser humano e do equino	13
Figura 5 - Planos ortogonais de interseção de nervo.....	20
Figura 6 - Orientação da agulha em relação ao transdutor: em plano e fora de plano	21
Figura 7 - M-Turbo - FUJIFILM SonoSite® e transdutor HFL38x/13 MHz - 6 MHz	27
Figura 8 - Agulha para bloqueio e kit de cateter.....	28
Figura 9 - Orientação anatômica (topografia).....	32
Figura 10 - a) Abordagem para visualização do nervo mediano; b) Abordagem do nervo ulnar	33
Figura 11 - Medidas internas do nervo mediano	33
Figura 12 - Representação esquemática das estruturas visualizadas na janela acústica para o nervo mediano	34
Figura 13 - Medidas internas do nervo ulnar.....	34
Figura 14 - Representação esquemática da imagem de ultrassom da região da janela acústica do nervo ulnar	35
Figura 15 - Componentes superficiais do antebraço direito (vista medial)	37
Figura 16 - Componentes profundos da região do antebraço do membro esquerdo (vista medial).....	38
Figura 17 - Dissecção superficial do membro torácico esquerdo para abordagem do nervo ulnar (vista caudal)	39
Figura 18 - Rebatimento de pele e fáscia muscular para visualização do nervo ulnar (vista caudal).....	40

Figura 19 - Dissecção profunda do membro torácico: vista caudal.....	40
Figura 20 - Imagem ultrassonográfica do nervo mediano e correlação anatômica.....	42
Figura 21 - Imagem ultrassonográfica do nervo ulnar e correlação anatômica	43
Figura 22 - Dispersão do gel e posicionamento de cateter no nervo mediano	44
Figura 23 - Corte transversal do membro torácico direito. Ênfase ao nervo mediano	45
Figura 24 - Corte transversal do membro torácico direito. Ênfase ao nervo mediano	45
Figura 25 - Dispersão do gel e posicionamento de cateter no nervo ulnar.....	46
Figura 26 - Corte transversal do membro torácico direito, vista caudal. Ênfase ao nervo ulnar	47
Figura 27 - Topograma e corte transversal de TC, região proximal do antebraço. Ênfase ao nervo mediano	48
Figura 28 - Correlação US e TC em 3-D com renderização de volume. Nervo mediano	48
Figura 29 - Topograma e corte transversal de TC, região proximal do antebraço. Ênfase ao nervo ulnar	49
Figura 30 - Correlação US e TC em 3-D com renderização de volume. Nervo ulnar.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores individuais, médias e desvios padrões, idade, peso e sexo das raças BH, AR e QM	50
Tabela 2 - Média e desvio padrão do peso e das medidas externas para abordagem do nervo ulnar entre as raças	51
Tabela 3 - Média e desvio padrão de profundidade do nervo ulnar entre as raças	52
Tabela 4 - Média e desvio padrão da área do nervo ulnar, na janela acústica, entre as três raças estudadas.....	53
Tabela 5 - Média e desvio padrão do peso e das medidas externas para abordagem do nervo mediano entre as três raças	54
Tabela 6 - Média e desvio padrão da profundidade do nervo mediano entre as três raças	55
Tabela 7 - Média e desvio padrão da área do nervo mediano, na janela acústica, entre as três raças estudadas	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Técnica de estudo de imagem de TC	30
--	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Peso entre raças: BH, AR e QM	58
Gráfico 2 -	Idades entre as raças: BH, AR e QM.....	58
Gráfico 3 -	Representação gráfica das profundidades do nervo ulnar em mm, desde a pele até o nervo ulnar, pela janela acústica, entre as raças BH, AR e QM.....	59
Gráfico 4 -	Representação gráfica da medida externa em milímetros para abordagem do nervo ulnar, a partir do olécrano até a janela acústica entre as raças BH, AR e QM.....	59
Gráfico 5 -	Representação gráfica da área do nervo mediano em centímetros quadrados, na janela acústica entre as raças BH, AR e QM	60

RESUMO

Souto MTMR. *Técnica de bloqueios contínuos guiados por ultrassonografia para membros torácicos de equinos: nervos mediano e ulnar* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2018.

Introdução: A alta prevalência de claudicação em equinos é preocupante, principalmente quando envolve cavalos atletas por diminuírem *performance* e pelo impacto econômico. Quando a dor se torna incontrolável, em muitos casos, há indicação de eutanásia. O bloqueio contínuo de nervos periféricos é uma técnica bem conhecida em seres humanos, mas ainda não foi bem estabelecida na Medicina Veterinária, principalmente na espécie equina. **Objetivo:** Desenvolver a técnica de bloqueio contínuo dos nervos mediano e ulnar, guiado por ultrassom, em equinos para controle da dor refratária aos tratamentos analgésicos convencionais. **Métodos:** Após aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ-USP) e da Faculdade de Medicina (FM-USP), ambas da Universidade de São Paulo, o estudo foi dividido em duas fases: na primeira, *in vitro*, foram utilizadas 16 peças anatômicas de membros torácicos de equinos. Nessa fase, também foram avaliadas: anatomia topográfica, sonoanatomia, técnica de agulhamento e fixação de cateter perineurais, sendo ainda realizados estudos de tomografia computadorizada com renderização de imagem para comprovação da localização das infiltrações e fixação dos cateteres. A segunda fase, *in vivo*, foi realizada em 18 animais saudáveis, sendo seis cavalos da raça Quarto de Milha, seis cavalos da raça Árabe e seis cavalos da raça Brasileiro de Hipismo de sexo, peso e idade variados. Neles foram realizados estudos de imagens de ultrassonografia e efetuadas as medidas externas, definindo janela acústica para abordagem dos nervos e medidas internas, bem como definindo profundidade e área dos nervos-alvos. As infiltrações nos nervos foram realizadas com solução constituída de gel à base de celulose, contraste iodado e azul de metileno. **Resultados:** Os estudos *in vitro* e *in vivo* foram primordiais para o desenvolvimento da técnica de BCNP guiado por ultrassom, possibilitando, com a visualização em tempo real, que a inserção da agulha, a dispersão da solução e a implantação do cateter fossem alcançadas com uma acurácia de 100%. **Conclusão:** A utilização do ultrassom mostrou-se prática, permitindo visualização, em tempo real, da agulha, do cateter e da dispersão do fármaco, evitando lesões de nervos, músculos e vasos sanguíneos, aumentando, conseqüentemente, a taxa de sucesso dos bloqueios anestésicos e possibilitando seu emprego na clínica de equinos. No entanto, serão necessários estudos clínicos que venham comprovar a aplicabilidade dessa técnica e a eficácia dos bloqueios contínuos nos nervos propostos.

Descritores: cavalos; cateteres; cateteres de demora; bombas de infusão; bloqueio nervoso; nervo ulnar; nervo mediano; ultrassonografia de intervenção.

ABSTRACT

Souto MTMR. *Ultrasound-guided continuous block technique for thoracic limbs of the equine: median and ulnar nerves* [thesis]. São Paulo: “Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo”; 2018.

Introduction: The high prevalence of claudication in equines is worrisome, especially when it involves horses athletes for diminishing performance and economic impact. When the pain becomes uncontrollable in many cases, there is euthanasia indication. Continuous peripheral nerve block is a well-known technique in humans; however, it has not yet been well established in Veterinary Medicine, especially in the equine species. **Objective:** To develop continuous block technique of median and ulnar nerves, guided by ultrasound, in horses to control pain refractory to conventional analgesic treatments. **Methods:** After approval of the Ethics Committee on the Use of Animals (CEUA) of the Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ-USP) and the Faculdade de Medicina (FM-USP), both from the University of São Paulo, the study was divided into two phases: in the first, *in vitro*, 16 anatomical pieces of thoracic limbs of horses were used. At this stage, topographical anatomy, sonoanatomy, needling and perineural catheter fixing techniques were evaluated and CT image rendering studies were conducted to prove the location of leaks and securing the catheter. The second phase, *in vivo*, was performed in 18 healthy animals, six Quarter Horses, six Arabian horses and six horses of the Brazilian breed of Equestrian of different sex, weight and age. Ultrasound imaging studies and external measurements were performed, defining acoustic window to approach the nerves and internal measurements as well as defining the depth and area of the target nerves. The infiltrations in the nerves were carried out with solution consisting of gel based on cellulose, iodinated contrast and methylene blue. **Results:** *In vitro* and *in vivo* studies were essential for the development of the ultrasound-guided CPNB technique, allowing, with real-time visualization, needle insertion, solution dispersion and catheter implantation to be achieved with an accuracy of 100%. **Conclusion:** The use of ultrasound was practical, allowing real-time visualization of the needle, catheter and dispersion of the drug, avoiding lesions of nerves, muscles and blood vessels, increasing, consequently, the success rate of anesthetic blocks, making its use possible in the equine clinic with refractory pain. However, clinical studies will be necessary to verify the applicability of this technique and the efficacy of continuous nerve blocks in the proposed nerves.

Descriptors: horse; catheters; catheters, indwelling; infusion pumps; nerve block; ulnar nerve; median nerve; ultrasonography, interventional.

1 INTRODUÇÃO

O reconhecimento da dor em equinos representa um desafio particular, uma vez que essa espécie evoluiu a ponto de não expressar dor, presumivelmente, na tentativa de evitar a predação¹. Experiências sensoriais e emocionais desagradáveis que constituem a dor vão dar origem a mudanças sutis ou evidentes no comportamento que pode demonstrar sua presença, localização e gravidade. Aspectos do comportamento que podem ser alterados pela dor incluem os seguintes: postura, marcha e interatividade com pessoas, como pedir recompensas (comida, ou carinho), aproximar-se quando solicitado, entre outros².

Em 2009, estudo realizado por Broster *et al.*³ demonstrou que a incidência de claudicação em cavalos de trabalho a campo em países como Paquistão e Índia é muito alta. Neste trabalho, evidenciou-se a presença de doenças nos cascos e tendões dos membros torácicos e pélvicos e na coluna vertebral, e, entre os 227 animais avaliados, 98% apresentaram dor aguda ou crônica³. Essa mesma alta prevalência foi demonstrada por Maranhão *et al.*⁴, em estudo realizado no Brasil, também com cavalos de trabalho a campo, constatando-se que esses animais apresentavam alterações musculoesqueléticas, como tendinites, desmites e osteoartrites em membros torácicos e pélvicos em torno de 81%⁴. Caston e Burzette⁵, em estudo demográfico de lesões em cavalos de idade e raças variadas, como

Puro-Sangue Inglês (PSI), *Thoroughbred/Warmblood* (T/W), *Irish Sport Horse* (ISH), destinados à modalidade esportiva *Three-day event*, na qual são submetidos a provas de salto, adestramento e *cross-country*, observaram, com base em 296 questionários respondidos pelos veterinários participantes nos Estados Unidos, que esses animais apresentaram altos índices de lesões e claudicações, como ruptura de tendões e ou desmites do ligamento suspensor do boleto (17%), doenças articulares/artrites (17%), lesões nos cascos e nos membros torácicos ou pélvicos (17%), entre outras lesões de menores incidências⁵.

Nesses animais, a alta prevalência de claudicação em múltiplos membros e sua associação com a dor são preocupantes, pois diminuem a *performance* dos cavalos atletas e, em muitos casos, há indicação de eutanásia por conta da limitação da remissão do estado doloroso, resultando em perdas importantes. Com base nessas informações, estudos que busquem alternativas para controlar a dor em cavalos de esporte, de trabalho a campo ou mesmo de passeio, visando estabelecer o bem-estar animal, são de extrema importância³. A terapia antálgica em equinos tem importante papel na cirurgia ortopédica e no trauma cirúrgico, uma vez que diminui significativamente o estresse fisiológico e reduz complicações perioperatórias nesses animais.

Dessa forma, o bloqueio contínuo de nervos periféricos (BCNP) pode ser método alternativo para analgesia pós-operatória, bem como para o controle da dor de difícil manejo nessa espécie, o qual consiste em infusão

contínua de baixo volume de anestésico local (AL), utilizando-se cateter inserido próximo ao nervo⁶.

Os procedimentos do bloqueio de nervo periférico (BNP) envolvem a colocação de uma agulha e a dispersão do anestésico local no perineuro de um nervo-alvo. O sucesso dessa técnica é determinado principalmente pela precisão do local da ponta da agulha e pela localização subsequente do fármaco administrado. Para determinar o local ideal para depositar o anestésico local, são necessárias técnicas confiáveis de localização do nervo que permitam a colocação precisa e segura da agulha no espaço imediatamente superior ao nervo periférico (perineuro), minimizando danos às fibras nervosas, bem como falhas na dispersão do anestésico local⁷. Atualmente, o manejo da dor de curto e longo prazos em equinos que apresentam lesões graves nos membros torácicos tem como base a administração sistêmica de fármacos anti-inflamatórios, opioides, cetamina, alfa-2 agonista e lidocaína que, muitas vezes, não são eficazes e/ou apresentam efeitos colaterais indesejados. Embora a analgesia epidural a longo prazo tenha se tornado um método quase rotineiro no tratamento de condições dolorosas dos membros pélvicos em equinos, essa técnica igualmente eficaz para o controle da dor dos membros torácicos ainda não foi bem desenvolvida^{8,9}.

Sendo assim, a realização deste projeto está direcionada na busca de alternativa para o manejo e o controle da dor dos membros torácicos de equinos, a qual não é responsiva aos tratamentos sistêmicos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo principal deste estudo foi desenvolver uma nova técnica de bloqueio contínuo de nervos periféricos guiado por ultrassom, em membros torácicos de equinos, como meio alternativo no controle da dor.

2.2 Objetivo Específico

Com implantação de cateter perineural, padronizar a técnica de bloqueio de nervo periférico contínuo em equinos guiado por ultrassom de acordo com os seguintes passos:

- a) Identificação das estruturas anatômicas por meio de dissecação dos membros torácicos.
- b) Distinção dos nervos mediano e ulnar, bem como de todas as estruturas adjacentes, com base nas imagens de ultrassom (sonoanatomia).
- c) Utilização das imagens de tomografia computadorizada (TC) e reconstrução em 3-D com renderização de volume para confirmar o posicionamento da dispersão de contraste na região perineural dos nervos em estudo.

- d) Padronização da técnica de implantação de cateter perineural dos nervos mediano e ulnar, especificando o posicionamento da agulha, o plano de abordagem ultrassonográfica (eixo longo ou curto) e o local para o posicionamento da sonda de ultrassonografia (janela acústica).

3 REVISÃO DA LITERATURA

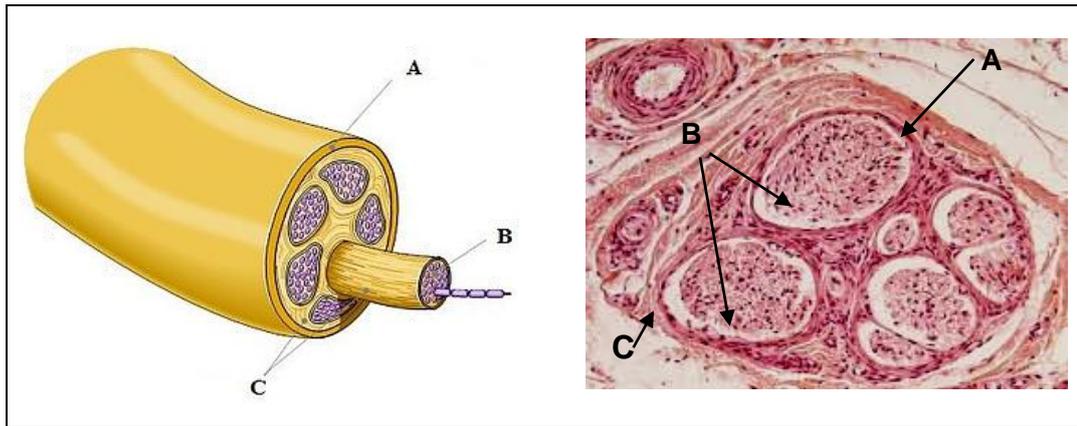
As doenças musculoesqueléticas são as principais causas de prejuízo na criação de equinos, abrangendo uma grande variedade de raças e finalidades, como os puros-sangues de corrida, os cavalos destinados a salto e adestramento, bem como os animais para passeio e trabalhos na área agrícola. Essas alterações envolvem tecidos musculares, ossos, articulações, tendões e ligamento, sendo estes dois últimos de grande relevância clínica por conta da difícil cicatrização e, conseqüentemente, podem desenvolver distúrbios crônicos¹⁰.

Outra alteração comum nos equinos é a laminite, doença mais debilitante que acomete os equinos, envolvendo alterações da junção dermoepidérmica lamelar dentro do casco, estrutura esta primordial para sua sustentação em posição quadrupedal. Essa condição dolorosa é refratária à analgesia convencional com anti-inflamatórios, resultando em dor ininterrupta que, em casos muito graves, requer eutanásia^{11,12}.

O bloqueio anestésico de nervos periféricos seria uma alternativa para o controle da dor em casos refratários aos tratamentos convencionais¹³; no entanto, para que esses bloqueios anestésicos sejam efetivos e duradouros, é necessária a utilização de novas técnicas de abordagem dos nervos periféricos, as quais possam ser mais precisas quanto à inserção da agulha e à visualização da dispersão do anestésico no local ideal do nervo-alvo.

O conhecimento prático da anatomia, segundo Hadzic *et al.*¹, é fundamental para o sucesso da anestesia regional. Por esse motivo, compreender a anatomia dos nervos periféricos é essencial para que essa modalidade anestésica seja eficaz e segura. Todos os nervos periféricos têm estruturas similares, sendo o neurônio a unidade funcional básica responsável pela condução de impulsos nervosos. Um neurônio típico consiste em um corpo celular que contém um grande núcleo. Esse corpo celular está fixado a vários processos ramificados, chamados de dendritos, e a um único prolongamento, chamado de axônio. Os dendritos recebem as mensagens que chegam, e os axônios conduzem as mensagens que saem. Nos nervos periféricos, os axônios são muito longos e mais finos e são conhecidos também por fibras nervosas^{14,15}.

Cada fibra nervosa que compõe um nervo é reunida em feixes pelo tecido conectivo que, de acordo com sua posição na arquitetura do nervo periférico, é denominado de epineuro, perineuro ou endoneuro. O epineuro é uma camada mais externa constituída por uma coleção solta de fibras de colágeno, sendo um tecido facilmente permeável que carrega os vasos nutritivos dos nervos maiores. O perineuro envolve os fascículos e é derivado de invaginações do epineuro, sendo constituído de um tecido de células escamosas resistentes que agem como uma barreira semipermeável a anestésicos locais¹⁴. O endoneuro circunda todas as fibras nervosas, as quais o prendem frouxamente ao tecido conectivo por meio do qual ele segue. A Figura 1 representa a anatomia de um nervo periférico e as relações dos compartimentos perineuro, endoneuro e epineuro⁷.



(A) epineuro, (B) endoneuro e (C) perineuro

Figura 1 - Estrutura do nervo periférico e seus componentes [Fonte: Ribeiro¹⁶; Pictureicon¹⁷]

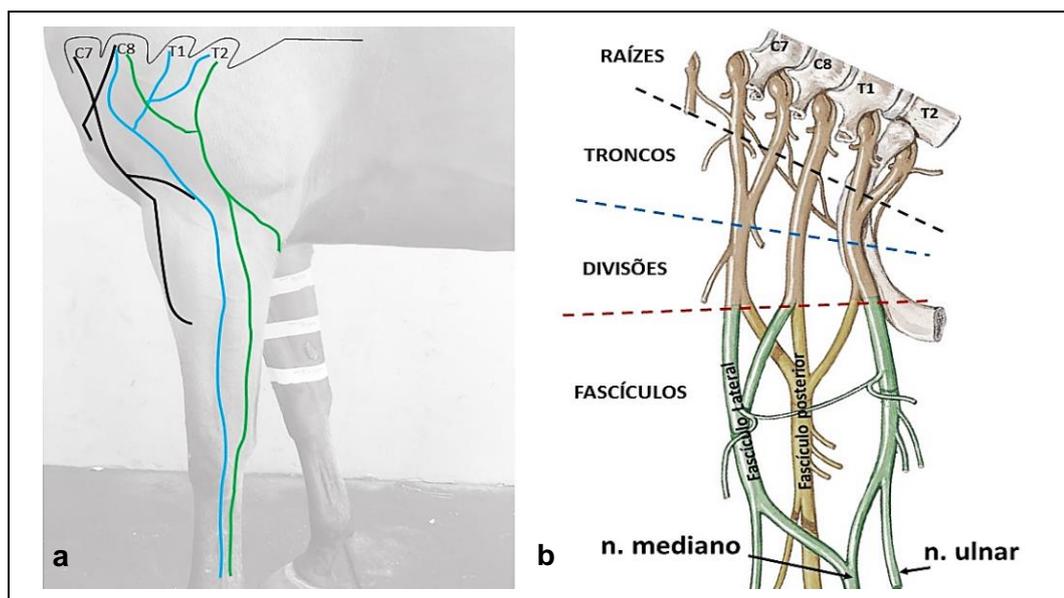
Os nervos são basicamente classificados em cranianos ou encefálicos e espinais, caso se liguem ao encéfalo ou à medula espinal, respectivamente. São também classificados como sensitivos, motores ou mistos. Todos os nervos espinais são mistos, enquanto que, entre os nervos cranianos, se encontram os sensitivos, motores e mistos. As terminações nervosas sensitivas são estruturas especiais que percebem a existência de um estímulo e captam a informação correspondente que, depois, o cérebro irá decodificar como dor, variação de temperatura, visão e audição. Ao captarem os estímulos, os receptores efetuam as conversões das diferentes formas de energia mecânica, térmica ou química, em uma única linguagem, que é utilizada pelo sistema nervoso, mediada por sinais elétricos^{14,15}.

Os nervos espinais apresentam números variáveis conforme a espécie animal. Em equinos, podem ser observados 42 pares, sendo 8 cervicais, 18 torácicos, 6 lombares, 5 sacrais e 5 coccígeos ou caudais¹⁵.

O tronco de cada um dos nervos espinais é formado pela união de duas raízes, isto é, a raiz dorsal (sensitiva) e a raiz ventral (motora), as quais

se ligam à medula respectivamente no sulco lateral dorsal e no sulco lateral ventral, por intermédio de pequenos feixes de fibras. O tronco do nervo espinal, formado pela união das raízes dorsal (sensitiva) e ventral (motora), é funcionalmente misto e anatomicamente muito curto, pois logo se divide em dois contingentes, o ramo dorsal e o ramo ventral, ambos mistos¹⁵.

O plexo braquial acha-se constituído, de modo geral, nos mamíferos quadrupedais, pelo ramo ventral do tronco dos nervos de C6 a T2. Os nervos resultantes do plexo braquial destinam-se particularmente aos membros torácicos, mas alguns se distribuem também na face lateral do tórax. Dos nervos que se destinam aos membros torácicos, os que se destacam são: o nervo *radial* originando-se de C8 e T1, inervando os músculos extensores digitais, e os nervos *ulnar* e *mediano*, ambos resultando de C8, T1 e T2, responsáveis pela inervação dos músculos flexores digitais¹⁵.



a) Esquema modificado da representação do plexo braquial e dos componentes dos nervos mediano e ulnar (vista medial). Cada linha colorida representa a origem do nervo e seu trajeto. Cor azul: nervo mediano (medial); verde: nervo ulnar (caudal); e preto: nervo musculocutâneo (cranial)¹⁵; b) Imagem representativa do plexo braquial.

Figura 2 - Desenho esquemático da origem do plexo braquial [Fonte: Netter¹⁸]

Pode-se ver, em um esquema de correlação anatômica da região antebraquial do equino e do homem, as estruturas que foram abordadas neste estudo (Figuras 3 e 4).

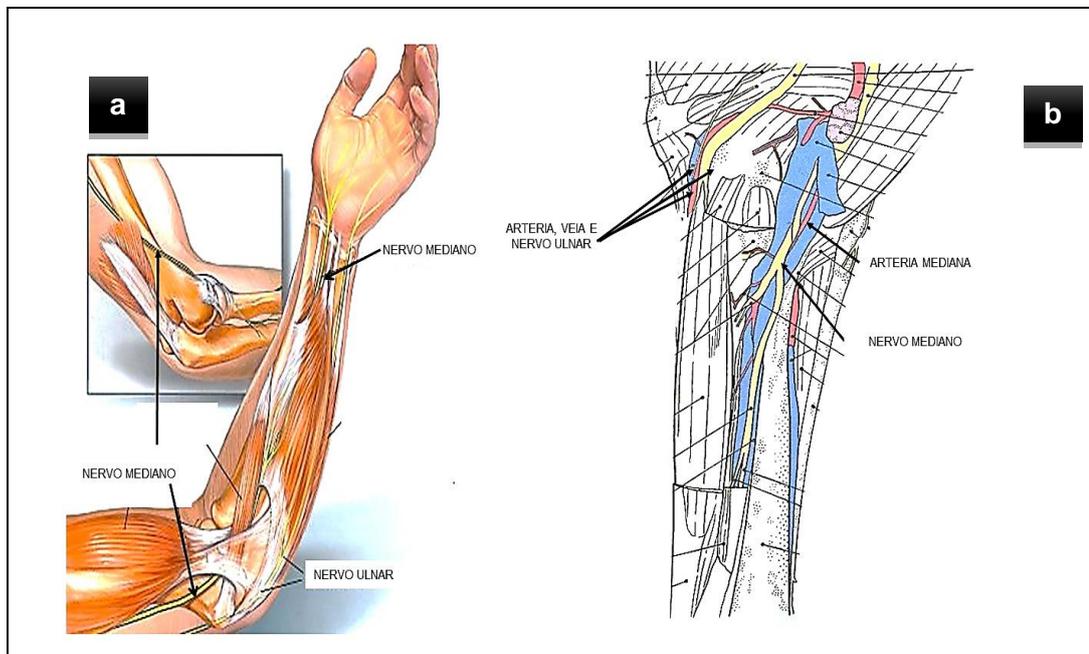


Figura 3 - Representação dos nervos mediano e ulnar em seres humanos e em equinos [Fonte: a) adaptada de Fisioterapia para todos¹⁹; b) adaptada de Ashdown e Done²⁰]

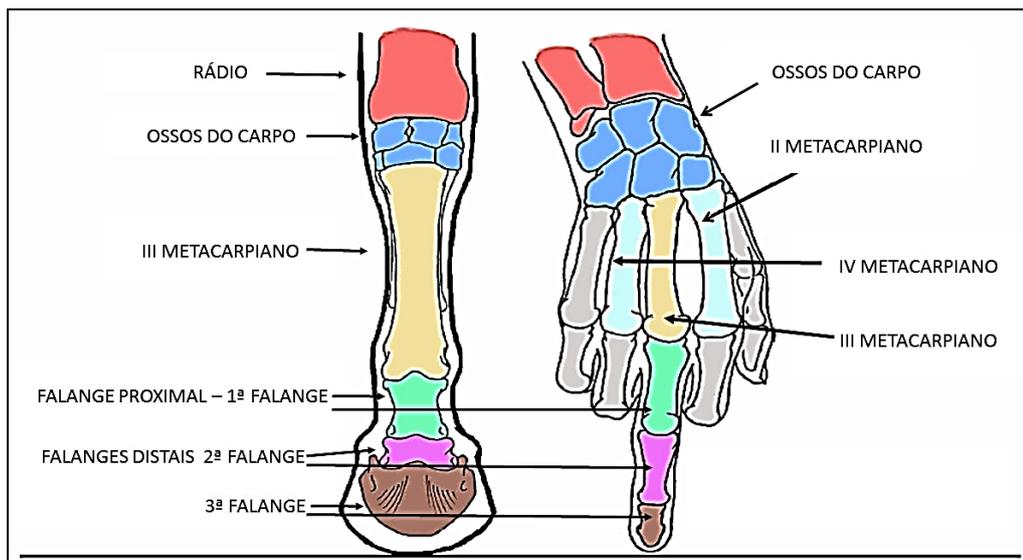


Figura 4 - Esquema comparativo dos membros torácicos do ser humano e do equino [Fonte: Adaptada de Fisioterapia para todos¹⁹]

A anestesia regional guiada por ultrassom despertou grande interesse nos últimos 10 anos após simples descrições de sua utilização^{21,22}. De fato, essa técnica é considerada como uma das mais importantes evoluções no campo da anestesia regional^{23,24}, podendo atingir segurança, velocidade e eficácia dessa modalidade anestésica^{10,14,15}, permitindo ao anestesista visualizar a posição precisa da agulha, bem como a dispersão do anestésico local em tempo real. As vantagens sobre as técnicas convencionais, como a eletroestimulação do nervo e procedimentos de perda de resistência (métodos às cegas), são significativas^{10,19,21}. Um grande número de diferentes técnicas regionais guiadas por ultrassom já foi descrita na Medicina e há um grande interesse em usá-las na prática clínica. Esse interesse traz consigo responsabilidades para os clínicos que as desenvolvem, pois é evidente que nem todas as técnicas de bloqueio descritas são isentas de problemas e, de fato, algumas são potencialmente perigosas, acarretando complicações e lesões, como injeções intraneurais, intoxicações pelo alto volume de anestésico local^{21,31}. Em seres humanos, a etiologia das lesões associadas aos bloqueios de nervos periféricos está relacionada ao trauma mecânico por agulha, ao edema de nervos e/ou hematomas, aos efeitos da pressão do anestésico no local injetado e à neurotoxicidade das soluções injetadas¹⁴.

Na literatura atual, existem muitos estudos sobre bloqueios de nervos periféricos guiados por ultrassom em seres humanos^{7,32-34}. Nos Estados Unidos da América (EUA), a utilização de ultrassom como guia nos bloqueios perineurais no homem é recomendada por conta da orientação desse país, para melhorar a precisão das injeções perineurais em

comparação com a estimulação de nervo ou injeções às cegas. Em Medicina Veterinária, a técnica de bloqueios anestésicos guiados por ultrassom vem ganhando espaço tanto na clínica como na área de pesquisa, principalmente em cães e gatos^{35,36}.

O direcionamento preciso proporcionado pela imagem da ultrassonografia diminui a quantidade necessária de injeções para produzir um bloqueio eficaz do nervo, reduzindo o risco de toxicidade induzida por anestésico local, diminuindo o risco de injeção intraneural e permitindo, também, que o anestesista evite atingir estruturas vasculares que acompanham frequentemente os nervos³⁷. As técnicas de orientações tradicionais utilizadas na anestesia regional não conseguem muitas vezes atingir adequada analgesia, por conta das variabilidades naturais da anatomia em seres humanos. A orientação por meio de pontos anatômicos às “cegas”, com base exclusivamente em referências anatômicas e/ou em cliques da fáscia, é conhecida por produzir sérias complicações, como ineficiência do bloqueio, intoxicação anestésica, injeção intravascular e lesões nervosas^{22,38-40}.

O pré-requisito fundamental para o sucesso dos bloqueios anestésicos regionais é a garantia da distribuição do anestésico local ao redor das estruturas nervosas e a identificação exata da estrutura do nervo-alvo, permitindo que a agulha seja colocada com precisão (sem danos quaisquer às estruturas adjacentes), injetando com cuidado o agente anestésico local e, embora a técnica se apresente fácil, em princípio, clínicos são confrontados com a dificuldade de converter a teoria em prática³⁸.

Para a realização de uma técnica adequada, é crucial que sejam utilizados equipamentos de alta resolução e que o anestesista tenha aquisição de uma série de conhecimentos em áreas específicas, como de anatomia e, em particular, conhecimento do corte anatômico das zonas em que os bloqueios serão realizados, a fim de identificar as diferentes estruturas e, também, os nervos corretamente. Por outro lado, esses conceitos podem ser somados à sonoanatomia, que é simplesmente a visualização das estruturas anatômicas e suas identificações, por meio de imagens do ultrassom^{38,41}.

Durante a Segunda Guerra Mundial, o ultrassom foi introduzido na Marinha como meio de detectar submarinos inimigos. No campo médico, essa tecnologia foi inicialmente utilizada para objetivos terapêuticos e não diagnósticos. A aplicação do ultrassom como método de diagnóstico teve início com a colaboração entre médicos e engenheiros SONARE, estes engenheiros eram responsáveis pelo desenvolvimento do SONAR, sigla inglesa para *Sound Navigation and Ranging*. Em 1942, o neuropsiquiatra, Karl Dussik, e o médico, Friedrich Dussik, descreveram o ultrassom como ferramenta diagnóstica para visualizar tecidos neoplásicos no cérebro. Com relação à utilização do ultrassom na anestesia regional, essa tecnologia vem sendo empregada desde a década de 1970 e, em 1989, Ting e Sivagnanarathan a empregaram para demonstrar a anatomia das axilas e observar a dispersão dos anestésicos locais (LA) durante o bloqueio regional do plexo axilar¹⁴.

A tecnologia de ultrassom avançou em paralelo com a compreensão de seu uso, e o desenvolvimento de técnicas de bloqueio foram se adequando ao uso dessa tecnologia. O aumento do interesse e do investimento em ultrassom levou fabricantes a projetar não apenas máquinas especificamente para anestesia regional, mas também o software para facilitar os bloqueios de nervos periféricos. Imagens de melhor qualidade devem produzir bloqueios de melhor qualidade²¹. A utilização de equipamentos de ultrassonografia de alta resolução fornece imagens diretas em tempo real de nervos periféricos e identifica planos teciduais que permitem a distribuição de anestésicos locais para bloqueio sensitivo e/ou motor, bem como para implantação do cateter. Além dos conhecimentos de anatomia e sonoanatomia, o anestesista precisa treinamento no que se refere ao manuseio do equipamento, à coordenação na utilização da sonda de ultrassom e da agulha de bloqueio e ao reconhecimento das imagens³⁷.

A técnica de estimulação nervosa padrão-ouro para identificar o local de injeção utilizada durante a última década não consegue garantir bloqueio adequado dos nervos. Além disso, os nervos com componente exclusivamente sensitivo não podem ser identificados em 100% dos casos^{31,21}. Antes do advento do ultrassom na anestesia regional, era impossível verificar precisamente onde a ponta da agulha estava localizada em relação aos nervos, tampouco saber como o anestésico local estava sendo distribuído. A visualização direta das estruturas anatômicas garante bloqueios seguros com qualidade superior por conta do posicionamento ideal da agulha, bem como da quantidade de anestésico local necessária

para o bloqueio eficaz do nervo. Essa quantidade pode ser minimizada por meio da monitorização direta de sua dispersão³².

A visualização de nervos por ondas sonoras requer o uso de aparelhos modernos e de altas frequências, que sejam equipados com software para visualizar tanto os tecidos superficiais quanto as estruturas musculoesqueléticas, pois são estruturas superficiais. A aparência ultrassonográfica dos nervos varia de acordo com a localização anatômica e a quantidade de tecido conjuntivo dentro do nervo. As raízes nervosas são geralmente circulares e apresentam uma superfície hiperecoica brilhante, um centro hipoecoico escuro, enquanto os nervos na periferia apresentam mais aparência em favo de mel. Por conta da consistência aquosa do anestésico local, este, quando injetado, se comporta como um meio de contraste que permite a visualização de sua distribuição ao redor do nervo^{31,42}.

O tecido conjuntivo no interior dos nervos (perineuro e epineuro) é responsável pela reflexão das ondas de ultrassom e, quanto maior sua presença, maior será a ecogenicidade da estrutura nervosa. Essencialmente, a intensidade da reflexão depende do ângulo de incidência da onda de ultrassom em relação ao eixo longitudinal do nervo. A verdadeira ecogenicidade é apenas capturada se o feixe de som estiver orientado perpendicularmente ao eixo do nervo. Esse fenômeno é conhecido como anisotropia³⁷.

O bloqueio do nervo guiado por ultrassonografia pode ser realizado com a maioria dos sistemas de ultrassom modernos (Modo B), os quais fornecem uma imagem bidimensional da área a ser varrida pelo transdutor. Alguns equipamentos de ultrassom já apresentam software que facilitam a

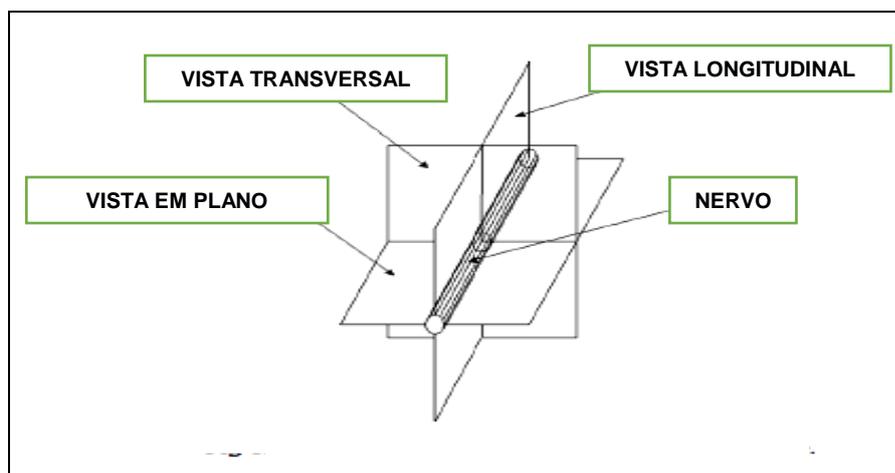
visualização mais detalhada dos tecidos superficiais, das estruturas musculoesqueléticas, bem como das estruturas dos nervos³².

A onda de ultrassom é uma forma de energia acústica e é gerada quando múltiplos cristais piezoelétricos dentro de um transdutor (sonda) vibram à alta frequência em resposta a uma corrente alternada. A vibração rápida, que é transmitida para o paciente por meio de um gel condutor, propaga-se longitudinalmente no corpo como uma série de ondas curtas e breves, tipo vai e vem⁴³. O efeito piezoelétrico é um fenômeno exibido pela geração de uma carga elétrica em resposta a uma força mecânica de compressões (alta pressão) e pelo estiramento (baixa pressão)^{14,43}. Cada onda de ultrassom é caracterizada por um comprimento de onda específico (distância entre picos de pressão) e por frequências (número de picos de pressão por segundo). A velocidade de propagação de uma onda sonora (ou seja, a velocidade acústica) é bastante constante no corpo humano sendo de aproximadamente 1.540 metros por segundo⁴³.

A frequência de ultrassom, em mega-hertz, é inversamente relacionada a seu comprimento de onda, fazendo variar a profundidade de penetração nos tecidos⁴⁴. Os transdutores de alta frequência de 10 MHz a 15 MHz visualizam estruturas superficiais com profundidade de até 3 centímetros³². Os transdutores com frequências de 4 MHz a 7 MHz são ideais para estruturas com profundidades até 5 centímetros, porém, quando se procura identificar estruturas com maior profundidade, deve-se utilizar transdutores com frequência de 2 MHz a 5 MHz. Dessa forma, com a elevação da frequência de ultrassom, aumenta-se a nitidez das imagens das

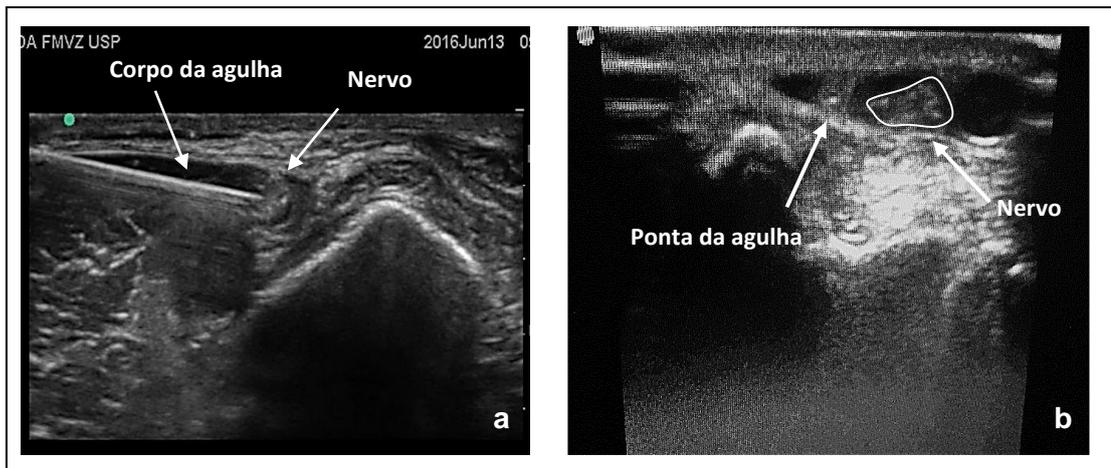
estruturas mais superficiais, diminuindo-se a visualização das estruturas mais profundas^{32,33,40}.

As abordagens dos nervos periféricos podem ser realizadas, de acordo com as orientações ortogonais (Figura 5), por duas técnicas no que diz respeito à inserção da agulha com relevância à relação agulha-transdutor: *em plano* (eixo longo) ou *fora de plano* (eixo curto). A técnica *em plano* significa que a agulha é colocada no plano do feixe da luz do ultrassom. Como resultado, a haste e a ponta da agulha podem ser observadas na visualização longitudinal em tempo real, conforme a agulha avança em direção ao nervo-alvo (Figura 6a). A técnica *fora de plano* é quando a agulha é inserida de maneira perpendicular ao transdutor. A haste da agulha é vista em um plano transversal e pode ser identificada como um ponto brilhante na imagem (Figura 6b).



Técnica de orientação de aproximação dos nervos com ultrassom.

Figura 5 - Planos ortogonais de interseção de nervo [Fonte: Adaptada de Zbigniew et al.⁴²]



a) Abordagem do nervo mediano, utilizando a técnica de visualização da agulha em plano, eixo curto; b) Abordagem do nervo digital palmar, técnica de inserção de agulha fora de plano, eixo curto.

Figura 6 - Orientação da agulha em relação ao transdutor: em plano e fora de plano

O bloqueio contínuo de nervos periféricos consiste na implantação de um cateter, por via percutânea, inserido no tecido conectivo do perineuro de um nervo-alvo e/ou plexo, por meio do qual um anestésico local é administrado, proporcionando bloqueio prolongado e podendo ser titulado de acordo com o efeito desejado⁴⁵. Em seres humanos, essa técnica proporciona uma analgesia intermitente ou contínua, com um excelente controle da dor localizada, minimizando a necessidade de analgesia sistêmica e sendo indicada para vários tipos de cirurgias. Evidenciam-se, também, a analgesia loco-específica intensa, associada a uma menor incidência de efeitos colaterais em comparação com outras formas de analgesia pós-operatória, e a rapidez de recuperação e alta, diminuindo os custos hospitalares⁴⁶. Estudos no homem mostram que pacientes sofrem com dor pós-cirúrgica, de intensidade moderada a grave entre as primeiras 24 horas e 48 horas, e que a técnica de bloqueio de nervos periféricos veio auxiliar o protocolo analgésico, no controle da dor resistente aos tratamentos convencionais⁴⁵⁻⁴⁸.

Em equinos, alguns procedimentos podem ser realizados facilmente mediante a utilização de bloqueios anestésicos locais às cegas para pequenos procedimentos cirúrgicos ou para fins de diagnóstico, muito embora esses procedimentos ainda não sejam realizados com o auxílio de ultrassom, dependendo unicamente de marcadores anatômicos que possam ser vistos externamente na pele³⁴. Ainda que os bloqueios de nervos periféricos tenham uma longa tradição como ferramentas de diagnóstico e, ocasionalmente, sejam usados para obter perda temporária de sensação dolorosa durante a cirurgia ortopédica, em um trauma ou no pós-operatório, eles não fornecem alívio da dor duradouro por conta da curta meia-vida dos anestésicos locais (LAs)⁶.

Nagy *et al.*⁴⁹ realizaram pesquisa em equinos, utilizando contraste, com a finalidade de demonstrar a dispersão dos bloqueios realizados para diagnóstico de claudicação às cegas e concluíram que, após a injeção sobre o nervo palmar utilizando a técnica de bloqueios dos quatro pontos baixos em 40 cavalos vivos, apenas 77,5% das injeções resultaram na distribuição do meio de contraste no feixe neurovascular, e as injeções inadvertidas de solução anestésica em local fora do feixe neurovascular poderiam explicar um efeito retardado dos bloqueios nervosos ou uma falha na obtenção de dessensibilização adequada da região do boleto, ainda existindo uma possibilidade de penetração inadvertida e não reconhecida da bainha do tendão flexor distal⁴⁹.

Em 2007, Zarucco *et al.*¹³ realizaram pela primeira vez a técnica de cateterização de nervo periférico palmar, ramos lateral e medial, em equino, às cegas, com o objetivo de alcançar o bloqueio contínuo desses nervos. Em

2008, Driessen *et al.*⁶, mais uma vez, realizaram a mesma técnica, nos membros torácicos de equinos (nervo palmar, ramos lateral e medial) *in vitro* e *in vivo*, de maneira experimental, sendo a implantação dos cateteres orientada unicamente por marcações anatômicas externas, método às cegas, relatando uma taxa de sucesso, *in vitro*, de 88%.

Apesar dos dois estudos realizados com BCNP nos nervos periféricos distais do membro torácico de equinos, até o momento não há relato de bloqueio dos nervos mediano e ulnar, orientado por ultrassom, nessa espécie.

O controle da dor a longo prazo, em cirurgias ortopédicas e em doenças que envolvam regiões acima do boleteo, ainda não foi demonstrado. O bloqueio anestésico dos nervos mediano e ulnar na região antebraquial produziria uma anestesia que abrangeria as regiões do carpo e todas as estruturas que seguem abaixo dele. Portanto, o desenvolvimento da técnica de bloqueio contínuo de nervo periférico guiado por ultrassonografia pode ser uma forma de controlar a dor do membro torácico nessa espécie.

4 MÉTODOS

4.1 Primeira Fase (*In Vitro*) - Animais

O presente estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (FMVZ-USP) sob o número 7941181114 (Anexo A) e pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo sob o número 175/14 (Anexo B). O estudo foi dividido em duas fases: a primeira, *in vitro*, subdividiu-se em três etapas e, a segunda, no estudo *in vivo*.

Foram utilizados 16 membros torácicos de cadáver de equinos de raça, sexo e idade variados com peso corpóreo entre 300 quilos e 550 quilos, provenientes do serviço de clínica e cirurgia do Hospital Veterinário (Hovet) da FMVZ-USP, que vieram a óbito por diferentes doenças.

O critério de exclusão para utilizar as peças anatômicas teve como base a presença de alterações físicas que viessem interferir na anatomia da região do úmero e do rádio, como fraturas e alterações nos músculos e vasos sanguíneos, que modificassem a anatomia da área estudada, bem como animais que tenham vindo a óbito provenientes de doenças infectocontagiosas.

Foram utilizados dois membros torácicos para o estudo da anatomia topográfica, os quais estavam conservados no *freezer* do departamento de cirurgia de grandes animais do Hovet, da FMVZ-USP. O descongelamento das peças foi conseguido após um período de 12 horas, com os membros imersos em recipiente com água. Após esse período, esses membros foram posicionados com a superfície lateral em uma mesa da sala de anatomia da FMVZ-USP, onde foi realizada a dissecação para identificar todas as estruturas anatômicas envolvidas no estudo, como músculos, artéria, veias, ossos e nervos mediano e ulnar.

4.1.1 Sonoanatomia

Para essa etapa, foram utilizados 10 membros torácicos, cinco membros direitos e cinco membros esquerdos, os quais estavam sendo previamente conservados em *freezer*. O descongelamento foi idêntico ao da etapa anterior. Para a realização do reconhecimento sonoanatômico, os membros foram posicionados com a face medial voltada para cima. O aprendizado da sonoanatomia e da interpretação das imagens e o reconhecimento dos nervos em estudo foram realizados no Hovet, sendo todas as imagens sonoanatômicas comparadas com o estudo de anatomia topográfica realizado anteriormente. Sendo assim, todas as estruturas que servem de referências anatômicas na abordagem do bloqueio anestésico guiado por ultrassom puderam ser identificadas, como músculos, ossos e vasos sanguíneos, bem como puderam ser identificados os nervos mediano e ulnar. Nessa etapa, foram utilizados o aparelho de ultrassonografia da

marca SonoSite®, modelo M-Turbo (FUJIFILM SonoSite®), e as sondas linear e/ou microlinear com a frequência de 13 MHz a 6 MHz (transdutor - HFL38x/13 MHz - 6 MHz) (Figura 7). Essa etapa compreendeu um período de seis horas semanais durante dois meses, em que o pesquisador pôde adquirir conhecimentos e aprimoramento da técnica de sonoanatomia.

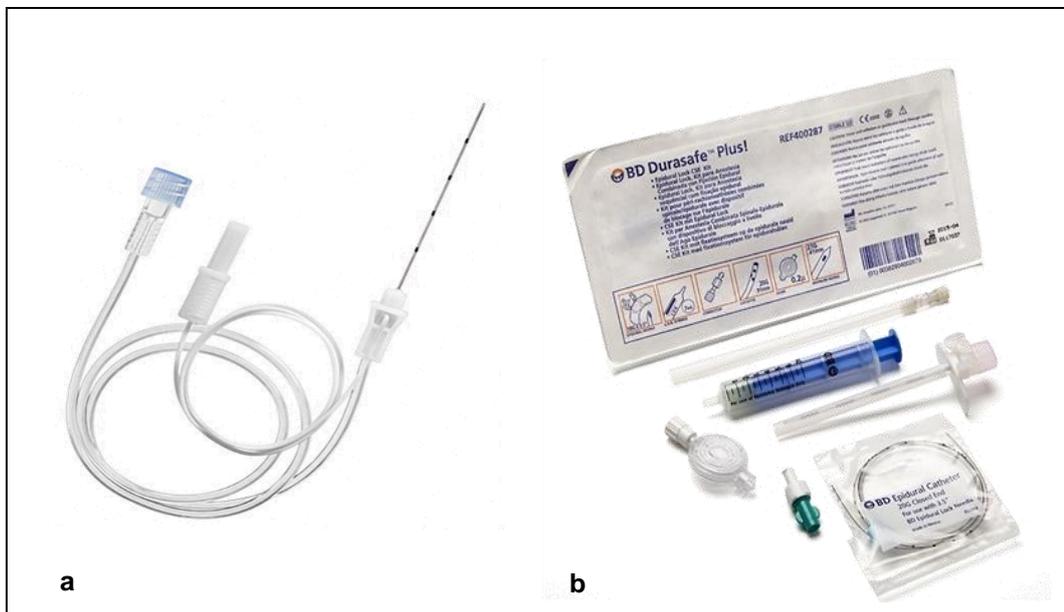


Figura 7 - M-Turbo - FUJIFILM SonoSite® e transdutor HFL38x/13 MHz - 6 MHz

4.1.2 Agulhamento e passagem de cateter

Compreendeu o aprendizado de agulhamento e a passagem de cateter nos perineuros dos nervos mediano e ulnar. Para realização dessa etapa, foram utilizadas as mesmas 10 peças anatômicas da segunda etapa. A infiltração perineural e as implantações de cateter foram realizadas por meio das imagens de ultrassom, no qual puderam ser visualizadas, em tempo real, tanto a dispersão da solução constituída por gel à base de celulose (5 mL), contraste Omnipaque® (GE Healthcare do Brasil Comércio e Serviços para Equipamentos Médico-Hospitalares Ltda.) (4 mL) e azul de

metileno (1 mL), perfazendo um total de 10 mL, quanto a implantação do cateter no espaço perineural. As agulhas utilizadas para as injeções perineurais foram da marca B BRAUN®, modelo Stimuplex® (Stimuplex® Ultra 22GX2", 0,70 mm X 50 mm - B. Braun Melsungen AG) sonovisível com 50 milímetros (mm) de comprimento, e o cateter utilizado foi o da marca BD® perifase™, *kit* para anestesia regional - peridural (CAT.401365) (Figura 8).



a) Stimuplex® Ultra - 22GX2", 0,70 mm X 50 mm - B. Braun Melsungen AG; b) cateter Perifase™, *kit* para anestesia regional - peridural (CAT.401365) - BD®

Figura 8 - Agulha para bloqueio e *kit* de cateter

4.1.3 Tomografia Computadorizada

Este estudo foi desenvolvido no serviço de Diagnóstico por Imagem do Departamento de Cirurgia da FMVZ-USP, do Hovet, pela equipe de pesquisa com o auxílio da professora responsável pelo serviço de Tomografia Computadorizada. Para tanto, foram utilizados quatro membros torácicos de equinos, os quais se encontravam armazenados em *freezer* no Departamento de Cirurgia do Hovet, na USP. O equipamento de TC utilizado foi um *multislice* Philips, modelo MX 8000 IDT, de 16 canais (MX 8000 IDT, Philips, de 16 canais Philips Medical Systems (Cleveland), Inc. 595 Miner Road, Cleveland, OH 44143, EUA). As técnicas usadas para aquisição das imagens foram preestabelecidas pela equipe do serviço de imagem (Quadro 1). Para tanto, os membros torácicos foram posicionados sobre a mesa com a face medial voltada para cima. Após a realização do topograma de cada membro, foram adquiridas imagens pré e pós-injeção perineural de solução, por meio de contraste iodado, com o membro em semiflexão (posicionamento anatômico natural do membro), da região da tuberosidade do olécrano até o terço médio do rádio. As aquisições das imagens foram realizadas no modo helicoidal com uma técnica de 120kVp, 127mA e tempo de rotação do tubo de 1,7 segundo. Os cortes transversais foram reconstruídos com 2 milímetros de espessura e 1 milímetro de incremento com filtro para tecidos moles. Para o exame contrastado, foram injetados, na região perineural dos nervos mediano e ulnar, uma solução constituída de gel à base de celulose (5 mL), o contraste Omnipaque® (GE Healthcare, do Brasil Comércio e Serviços para Equipamentos Médico-hospitalares Ltda.) (4

mL) e o azul de metileno (1 mL), sendo um volume médio de 5 mL para o nervo mediano e de 4 mL para o nervo ulnar, com o auxílio do ultrassom. Para tanto, foram utilizadas agulhas Stimuplex® 22GX2", 0,70 mm x 50 mm no bloqueio simples e na implantação do cateter, o Cateter Perifase™, do kit para anestesia regional peridural (CAT.401365) - BD. No entanto, antes da introdução do cateter, cada um deles foi preenchido com a mesma solução a fim de melhorar a visualização da implantação pelo ultrassom. Para facilitar a passagem do cateter, no momento de sua introdução, realizou-se dilatação do espaço perineural com a solução supracitada. Essa dilatação auxiliou no posicionamento do cateter na região perineural, bem como em sua fixação.

Quadro 1 - Técnica de estudo de imagem de TC

Membro: 1	Mediano	Ulnar
kVp	120	120
mA	125	124
Tempo de rotação	1,712 segundos	1,709 segundos
Tamanho dos cortes	2 mm com incremento 1,0 mm	2 mm com incremento 1,0 mm
Filtros	Tecidos moles	Tecidos moles
Animal: 2	Mediano	Ulnar
kVp	120	124
mA	124	127
Tempo de rotação	1,709 segundos	1,7 segundos
Tamanho dos cortes	2 mm com incremento de 1,0 mm	2 mm com incremento de 1,0 mm
Filtros	Tecidos moles	Tecidos moles
Animal: 3	Mediano	Ulnar
kVp	120	120
mA	176	220
Tempo de rotação	1,22 segundos	1,060 segundos
Tamanho dos cortes	3 mm com incremento de 1,5 mm	3 mm com incremento de 1,5 mm
Filtros	Tecidos moles	Tecidos moles
Animal: 4	Mediano	Ulnar
kVp	140	140
mA	152	166
Tempo de rotação	1,092 segundos	1,090 segundos
Tamanho dos cortes	3 mm com incremento de 1,0 mm	1 mm com incremento de 0,5 mm
Filtros	Tecidos moles	Tecidos moles

Nos dois momentos, tanto na injeção perineural como na fixação do cateter, o transdutor foi posicionado no sentido transversal (eixo curto) ao membro, fazendo uma abordagem fora de plano, seguindo o estudo de TC imediatamente após cada procedimento. As imagens adquiridas foram avaliadas e comparadas com as imagens de ultrassonografia.

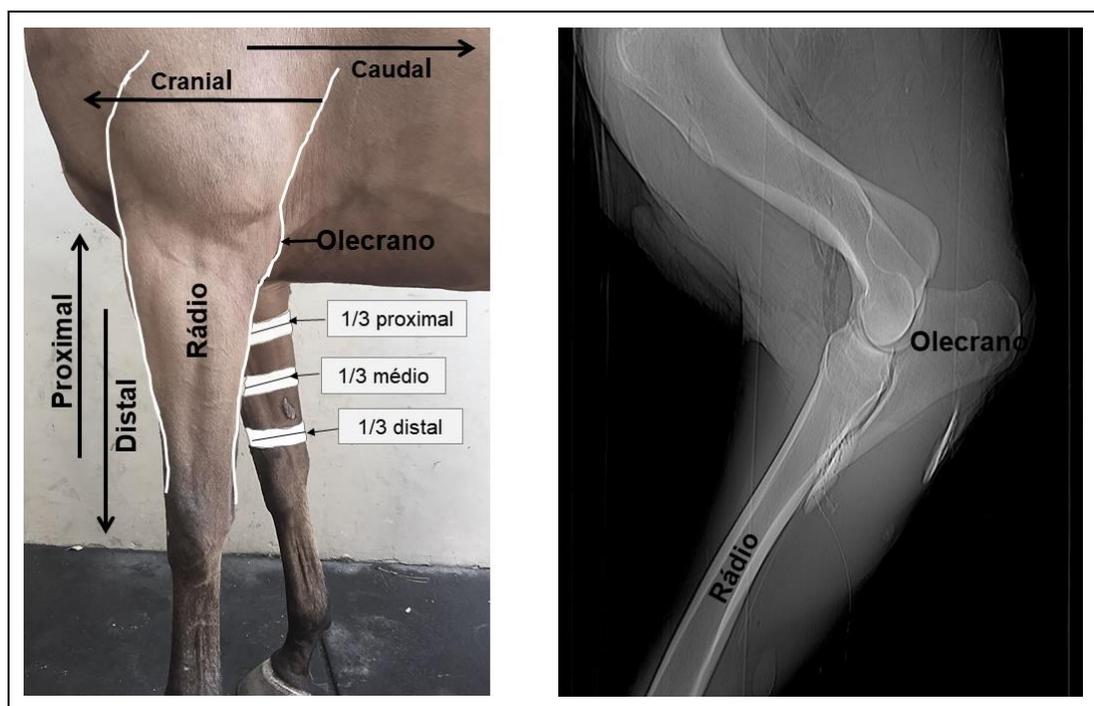
Essa etapa do estudo foi idealizada para confirmação do posicionamento do cateter e da dispersão da solução nas regiões perineurais dos nervos-alvos.

4.2 Segunda Fase - *In Vivo*

Nessa segunda fase do estudo, foram utilizados 18 animais vivos de sexo e idade variáveis, apresentando peso corpóreo entre 300 quilos e 600 quilos, sendo seis animais da raça Árabe (AR), seis animais da raça Quarto de Milha (QM) e seis animais da raça Brasileira de Hipismo (BH), os quais foram submetidos aos exames de medidas externas, do local do posicionamento do *probe*, bem como de ultrassonografia.

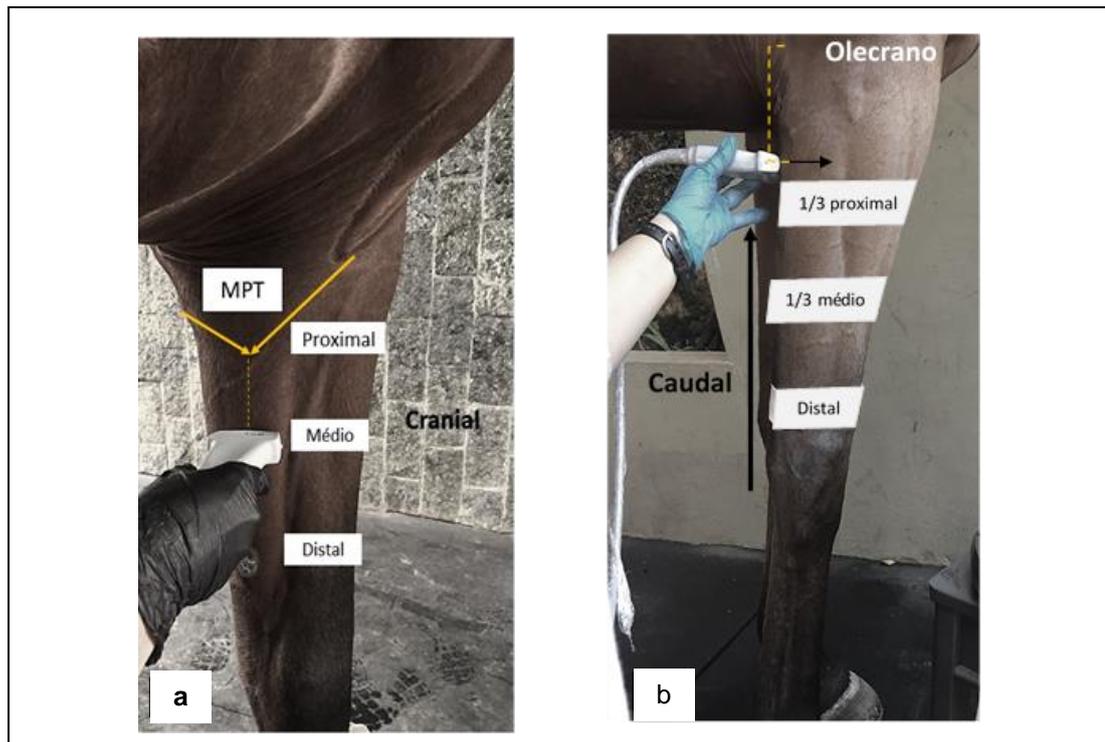
Neste estudo *in vivo*, puderam ser observadas, em momento real, todas estruturas adjacentes aos nervos mediano e ulnar, as quais não puderam ser estudadas na etapa *in vitro*, principalmente os vasos sanguíneos que são estruturas importantes na abordagem desses nervos, pois estão intimamente ligados a eles. As medidas externas foram efetuadas com o objetivo de padronizar o posicionamento do *probe* de ultrassom, na escolha do melhor local de visualização e de acesso para implantação do cateter em cada nervo, definindo, então, cada janela acústica, sendo obtidas

por meio de régua medida em centímetro, posicionada entre o local da colocação do *probe* e os pontos de referência anatômicos (Figuras 9 e 10). Já as mediadas internas foram realizadas nas áreas das janelas acústicas, por meio do software presente no aparelho de ultrassonografia utilizado neste estudo, com a finalidade de definir espessuras e profundidades de cada um dos nervos (Figuras 11, 12, 13 e 14). Todas as medidas, externas e internas, adquiridas nessa fase foram anotadas em fichas de avaliação e, posteriormente, avaliadas em um estudo estatístico.



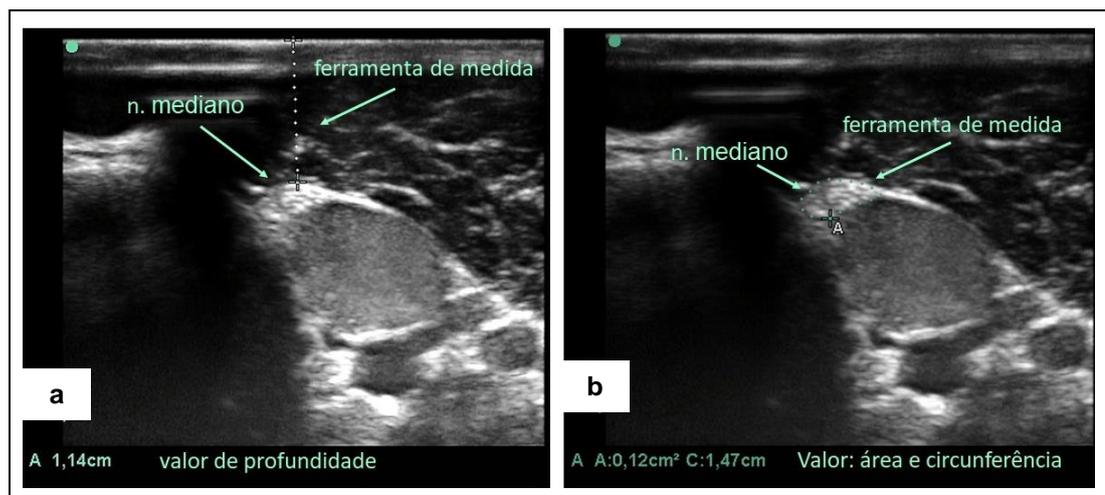
Mostra as orientações topográficas da região antebraquial. Vista lateral do membro torácico esquerdo e vista medial do membro torácico direito. As linhas brancas indicam a divisão da região antebraquial em três partes: terço proximal, terço médio e terço distal do rádio.

Figura 9 - Orientação anatômica (topografia)



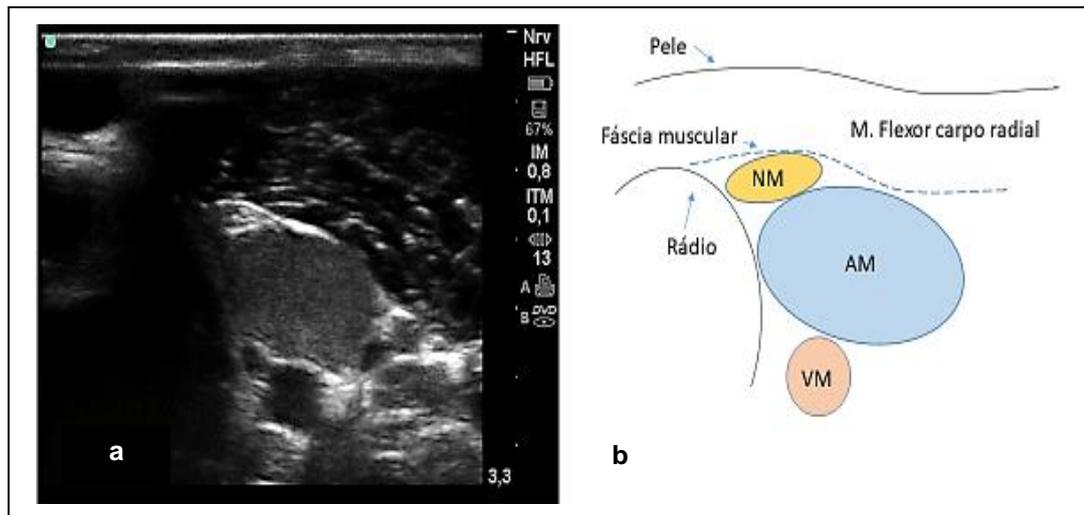
a) Posicionamento do transdutor em relação ao músculo peitoral transverso (transversal) A partir desses pontos, foram realizadas medidas externas utilizando régua em centímetros, para localizar a melhor visualização do nervo mediano. O posicionamento do transdutor deve estar abaixo do músculo peitoral transverso; b) posicionamento do transdutor para abordagem do nervo ulnar. Vista caudomedial da região proximal caudal do antebraço. Nessa abordagem, foram realizadas medidas externas para escolha da janela de melhor visualização do nervo ulnar. Medidas realizadas com régua em centímetros.

Figura 10 - a) Abordagem para visualização do nervo mediano; b) Abordagem do nervo ulnar



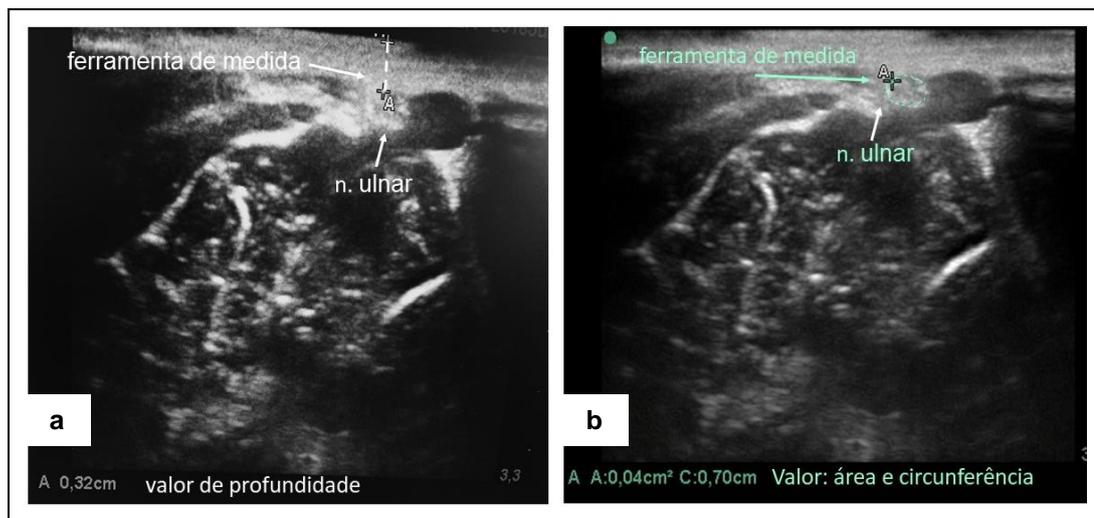
a) Imagem de ultrassom em corte transversal. Medida de profundidade do nervo mediano a partir da pele, no local de inserção de agulha, até o perineuro do nervo mediano, medida calculada pelo programa de software existente no aparelho de ultrassonografia M-Turbo SonoSite®; b) Imagem de ultrassom em corte transversal. Medidas de área e circunferência do nervo mediano, calculadas pelo programa de software existente no aparelho de ultrassonografia M-Turbo SonoSite®.

Figura 11 - Medidas internas do nervo mediano



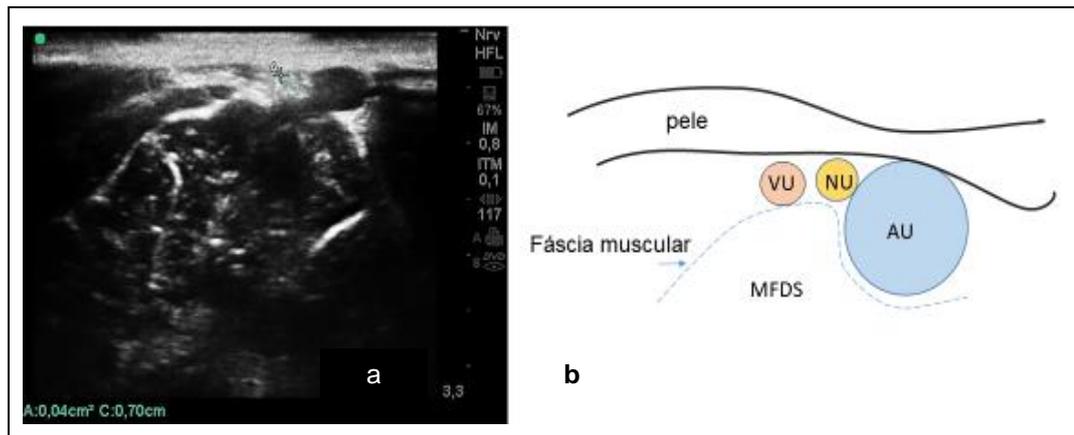
a) Imagem de ultrassom do nervo mediano; b) NM: nervo mediano, AM: artéria mediana, VM: veia mediana.

Figura 12 - Representação esquemática das estruturas visualizadas na janela acústica para o nervo mediano



a) Imagem de ultrassom em corte transversal. Medida de profundidade do nervo ulnar a partir da pele, no local de inserção de agulha até o perineuro do nervo ulnar, medida calculada pelo programa de software existente no aparelho de ultrassonografia M-Turbo SonoSite®; b) Imagem de ultrassom em corte transversal. Medidas de área e circunferência do nervo ulnar, calculadas pelo programa de software existente no aparelho de ultrassonografia M-Turbo SonoSite®.

Figura 13 - Medidas internas do nervo ulnar



a) Imagem de ultrassom do nervo ulnar; b) VU: veia ulnar, NU: nervo ulnar, AU: artéria ulnar, MFDS: músculo flexor digital superficial.

Figura 14 - Representação esquemática da imagem de ultrassom da região da janela acústica do nervo ulnar

4.3 Análise Estatística

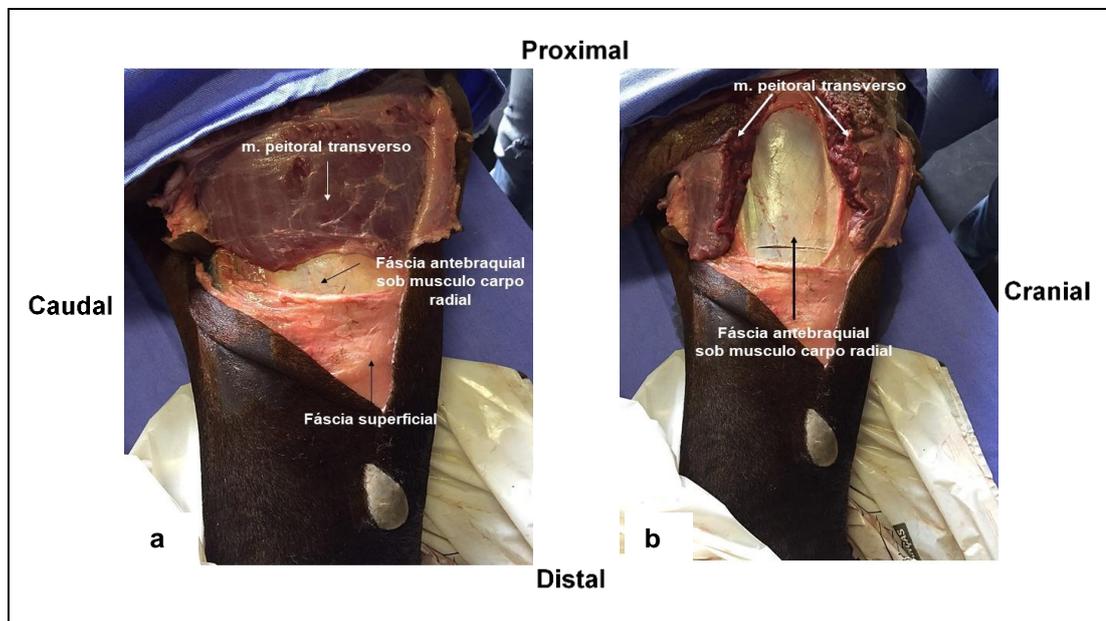
A distribuição das variáveis obtidas na segunda fase do estudo foi analisada por meio do teste de D'Agostino & Pearson. Em razão do pequeno número de amostra, optou-se por utilizar os testes não paramétricos. Para análise entre as raças, as variáveis foram estudadas por meio do teste de Kruskal-Wallis (ANOVA não paramétrico) com pós-teste de Dunn, quando apropriado. O grau de significância estabelecido para análise estatística foi de 5% ($p < 0,05$). Os dados estão descritos como mediana (intervalo interquartilico). Os testes estatísticos foram realizados no software GraphPad Prism 5 (GraphPad Software, CA, EUA).

5 RESULTADOS

5.1 Primeira Fase (*In Vitro*) - Animais

5.1.1 Anatomia do membro torácico (região antebraquial)

O membro foi removido do tronco do animal na altura da escápula e posicionado, com a face lateral, na superfície da mesa de anatomia. Nesse instante, a pele e a fáscia superficial foram retiradas, podendo, então, ser visualizados o músculo peitoral transverso e a fáscia antebraquial profunda, pois estão localizados sob o músculo flexor carpo radial (MFCR) (Figura 15).



Observa-se: a) Fáscia superficial, músculo peitoral transverso e fáscia antebraquial sob o músculo carpo radial; b) rebatimento do músculo peitoral transverso e visualização da fáscia antebraquial do músculo carpo radial.

Figura 15 - Componentes superficiais do antebraço direito (vista medial)

Em sequência, os componentes anatômicos mais profundos do antebraço podem ser observados. Após remover a pele e as fáscias musculares, todas as estruturas anatômicas, como músculo flexor carpo radial, músculo flexor carpo ulnar (MFCU), cabeça ulnar e cabeça umeral e músculo flexor digital superficial (MFDS), nervos: mediano (NM) e ulnar (NU), bem como o rádio, a veia e a artéria medianas puderam ser identificados com facilidade (Figura 16).

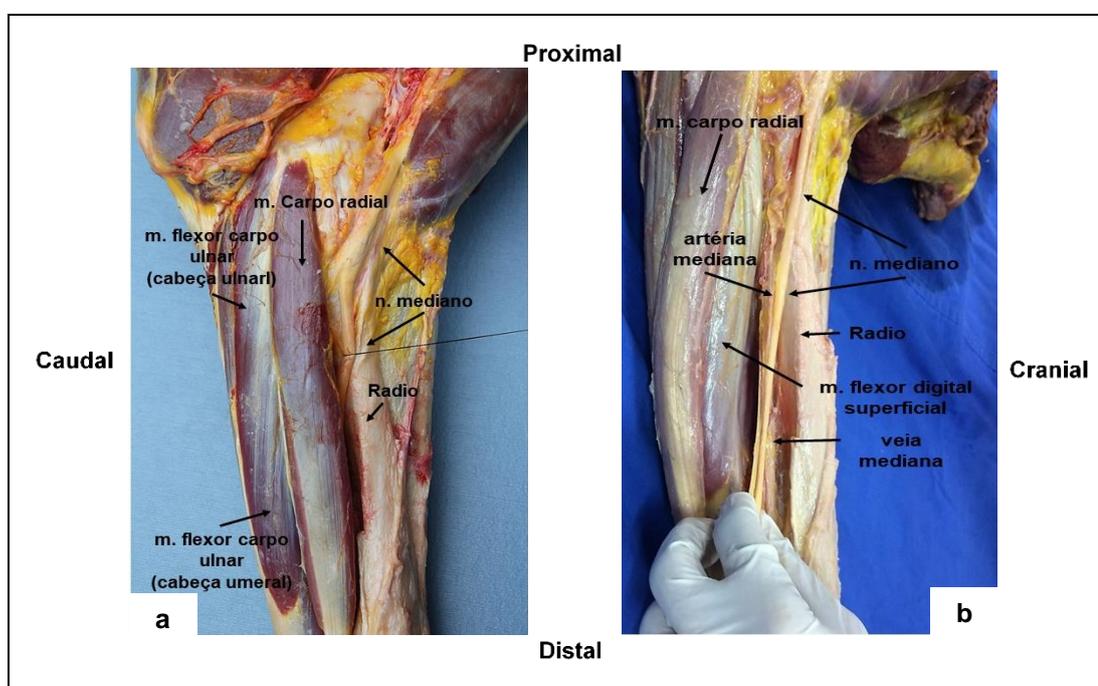


Figura 16 - Componentes profundos da região do antebraço do membro esquerdo (vista medial)

Para o estudo de anatomia do nervo ulnar, o membro, após ter sido retirado do tronco e posicionado com a face lateral para baixo, na mesa, recebeu um apoio confeccionado com campos cirúrgicos, colocado na parte caudal para proporcionar melhor visualização e facilitar sua abordagem.

Nessa primeira análise anatômica (Figura 17), a pele foi rebatida, possibilitando a observação da fáscia superficial que sobrepõe os músculos flexor digital superficial e digital profundo (cabeça umeral).

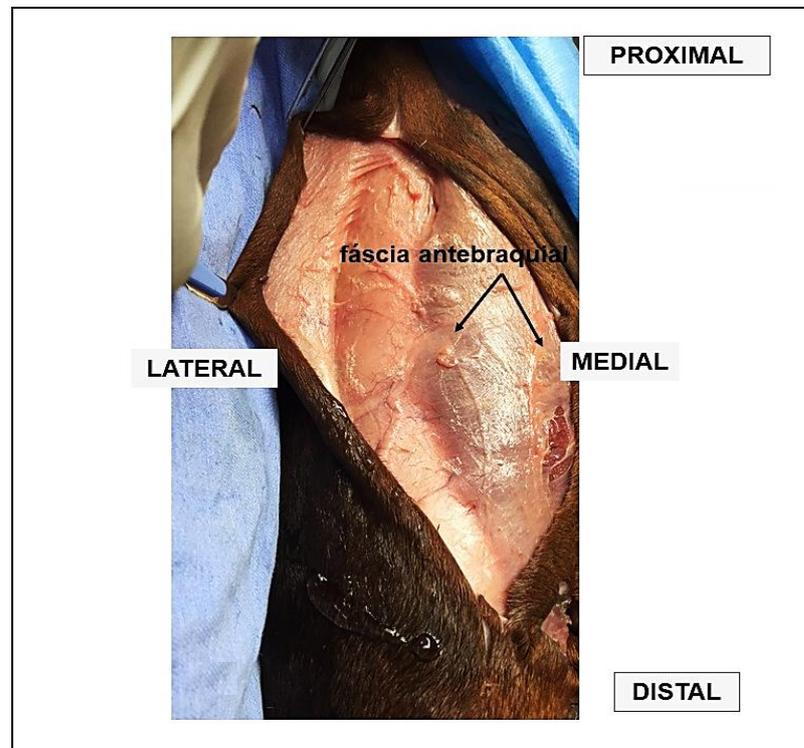


Figura 17 - Dissecção superficial do membro torácico esquerdo para abordagem do nervo ulnar (vista caudal)

No segundo momento do estudo desse nervo, a fáscia antebraquial superficial foi retirada, podendo ser revelado o músculo flexor digital profundo. Após sua divulsão, observou-se, bem abaixo e intimamente ligado a ele, o nervo ulnar (Figura 18). Em um enfoque anatômico mais abrangente, puderam ser vistas todas as estruturas que estão envolvidas na abordagem do nervo ulnar (Figura 19).

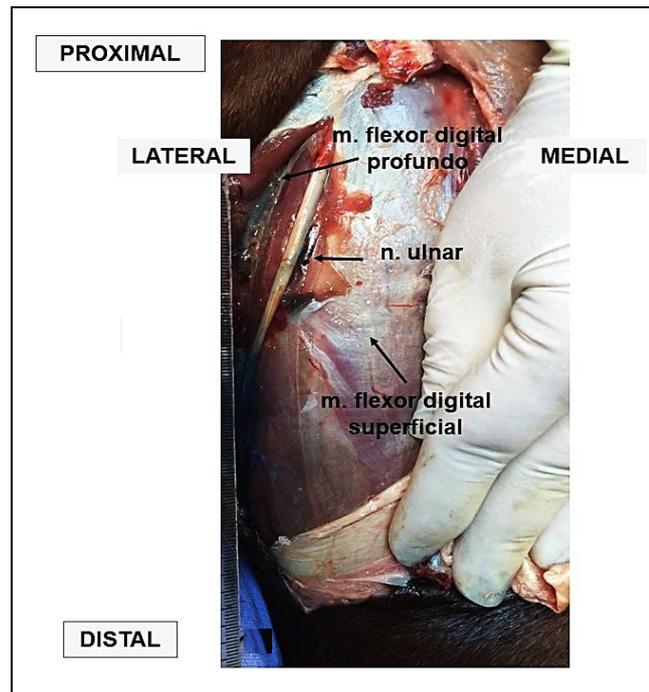
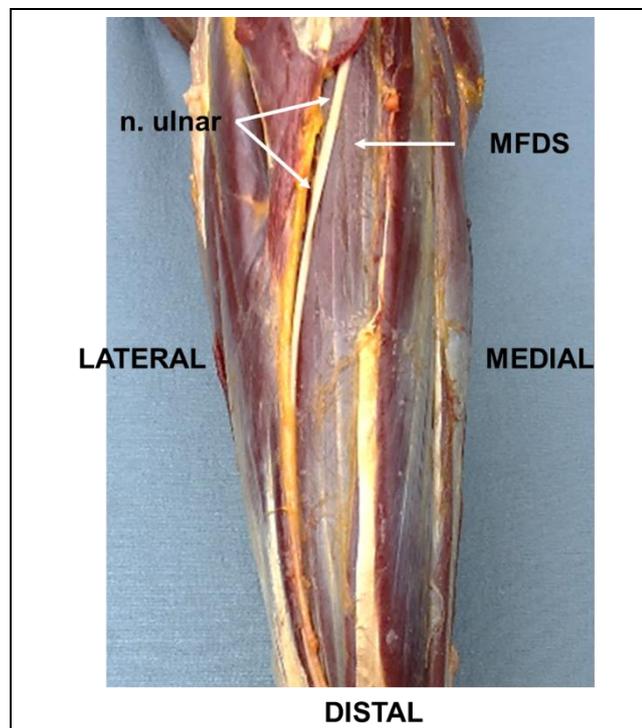


Figura 18 - Rebatimento de pele e fáscia muscular para visualização do nervo ulnar (vista caudal)



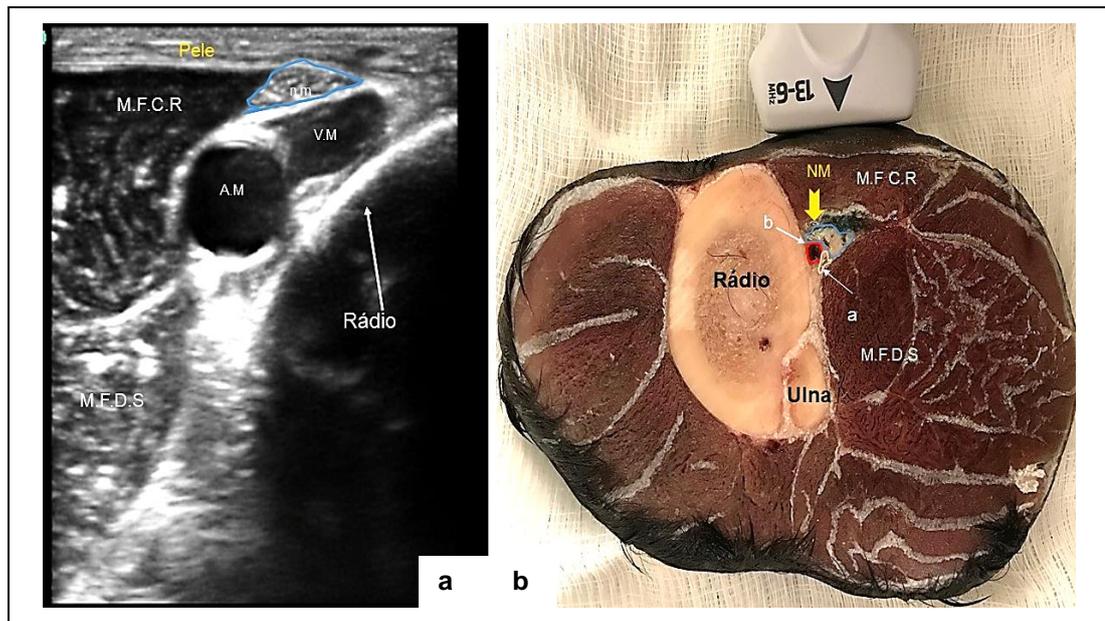
Após retirar a pele e fáscia antebraquial, observam-se as estruturas anatômicas mais profundas que estão envolvidas na abordagem do nervo ulnar, como músculo flexor digital superficial (MFDS), artéria e veia colateral ulnar, os quais estão intimamente ligados ao nervo ulnar.

Figura 19 - Dissecção profunda do membro torácico: vista caudal

5.1.2 Sonoanatomia dos nervos mediano e ulnar

Utilizando o aparelho de ultrassonografia SonoSite®, modelo M-Turbo, e posicionando o transdutor linear de 13 MHz a 6 MHz transversalmente ao membro torácico na região medial do antebraço, abaixo do músculo peitoral transverso, o nervo mediano e todas as estruturas adjacentes à abordagem desse bloqueio puderam ser visualizados facilmente.

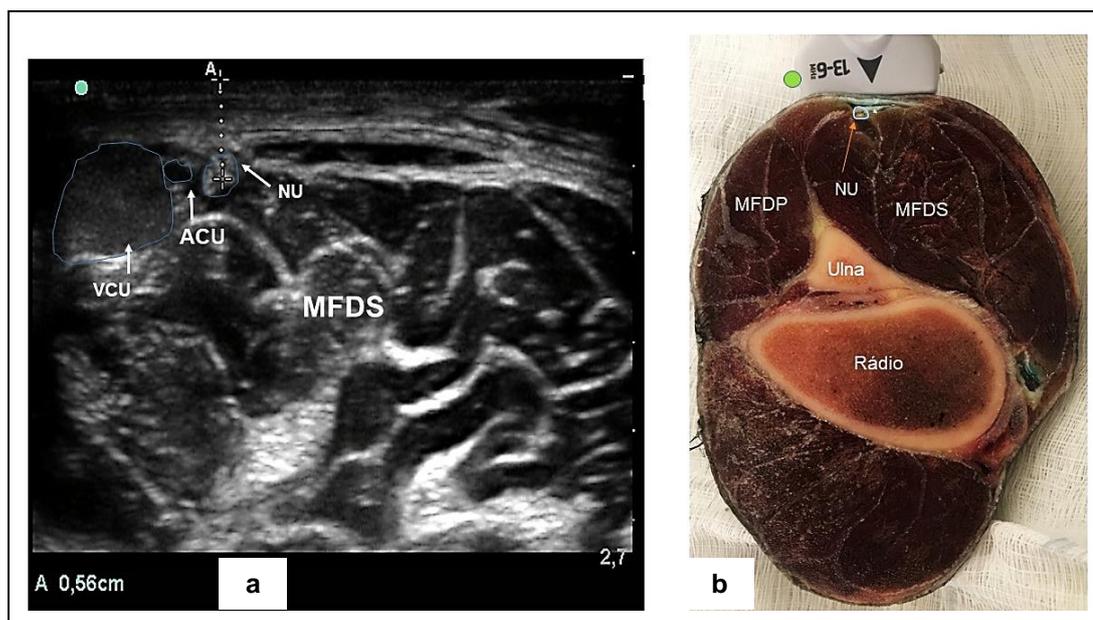
Quanto ao estudo de ultrassonografia, na abordagem transversal da região do terço proximal do rádio, a imagem obtida mostrou que o nervo mediano aparece como uma estrutura hiperecoica, triangular ou oval. Sua aparência é pontilhada, característica de um nervo periférico distal. Nesse local de abordagem, o nervo mediano está acima da veia mediana (VM) e da artéria mediana (AM) ligado ao epimísio do músculo flexor carpo radial. O transdutor pode ser movimentado no sentido proximal ou distal do antebraço para fins de melhor visualização da imagem e melhor localização para inserção da agulha e implantação do cateter. Na movimentação distal ao antebraço, o nervo segue para o interior dos músculos MFCR e MFDS, juntamente com os vasos sanguíneos (Figura 20).



a) Sonoanatomia do nervo mediano (NM). Corte transversal do antebraço, terço médio do rádio. O ponto verde, no lado superior esquerdo, indica a orientação cranial da visualização da imagem de acordo com o posicionamento do transdutor; b) Anatomia. Corte transversal do membro torácico terço proximal do rádio e posicionamento do transdutor do ultrassom. O corte anatômico e o posicionamento do *probe* correspondem à imagem de ultrassonografia.

Figura 20 - Imagem ultrassonográfica do nervo mediano e correlação anatômica

No estudo de sonoanatomia do nervo ulnar, bem como no do mediano, podem ser visualizadas com facilidade todas as estruturas anatômicas adjacentes a ele. Da mesma forma que o nervo mediano, o nervo ulnar aparece como uma estrutura hiperecoica pontilhada, em forma oval ou triangular. Nessa janela acústica, também podem ser vistas artéria e veia colateral ulnar. (Figura 21a). Nessa abordagem, o nervo ulnar encontra-se em posição anatômica superficial, logo abaixo da fáscia superficial, sob o músculo FDS. Esse nervo é bem visualizado, mas pode ser facilmente confundido com a fáscia que divide os músculos FDS e FDP, como demonstrado no corte transversal do membro (Figura 21b).



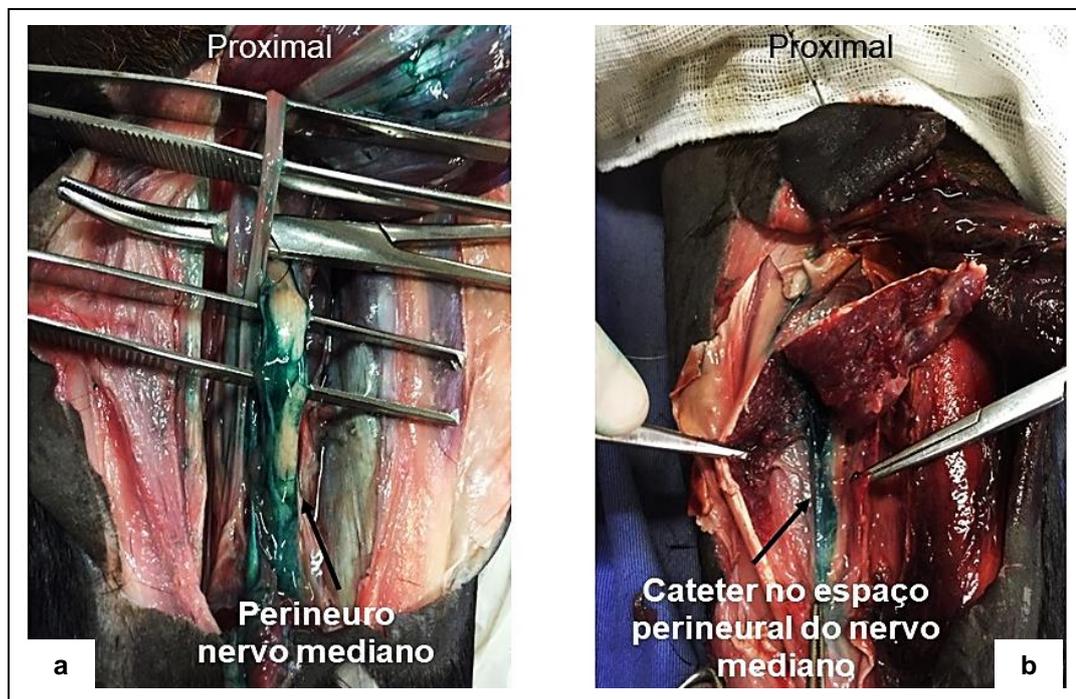
a) Imagem realizada com um transdutor linear de 13 MHz a 6 MHz. Abordagem transversal do nervo ulnar (NU), vista caudomedial do terço proximal da região antebraquial. Neste estudo, observou-se que o nervo ulnar aparece como estrutura hiperecoica pontilhada em forma de triângulo ou oval. A artéria e a veia colateral ulnar (ACU e VCU) podem ser facilmente identificadas. O nervo ulnar encontra-se intimamente ligado ao músculo flexor digital superficial, próximo à artéria e à veia colateral ulnar; b) Mostra o corte transversal da região do terço proximal do rádio para visualização do nervo ulnar. Corresponde ao posicionamento do *probe* e às imagens de US.

Figura 21 - Imagem ultrassonográfica do nervo ulnar e correlação anatômica

5.1.3 Dispersões perineurais e fixação de cateter

Nessa etapa do estudo, foi realizada infiltração perineural utilizando agulha Stimuplex B Braun, 50 mm, guiado por ultrassom modelo M-turbo da SonoSite®, e um transdutor linear de 13 MHz a 6 MHz. Após infiltração perineural com gel à base de celulose corado com azul de metileno, o membro foi dissecado para comprovação da precisão da dispersão da solução (± 5 mL) (Figura 22a). Em outro membro, foi utilizada a mesma técnica de visualização e fixado o cateter na região perineural do nervo mediano (Figura 22b). Nesse procedimento, foram utilizados Cateter Perifase™ e *kit* para anestesia regional - peridural (CAT.401365) - BD®.

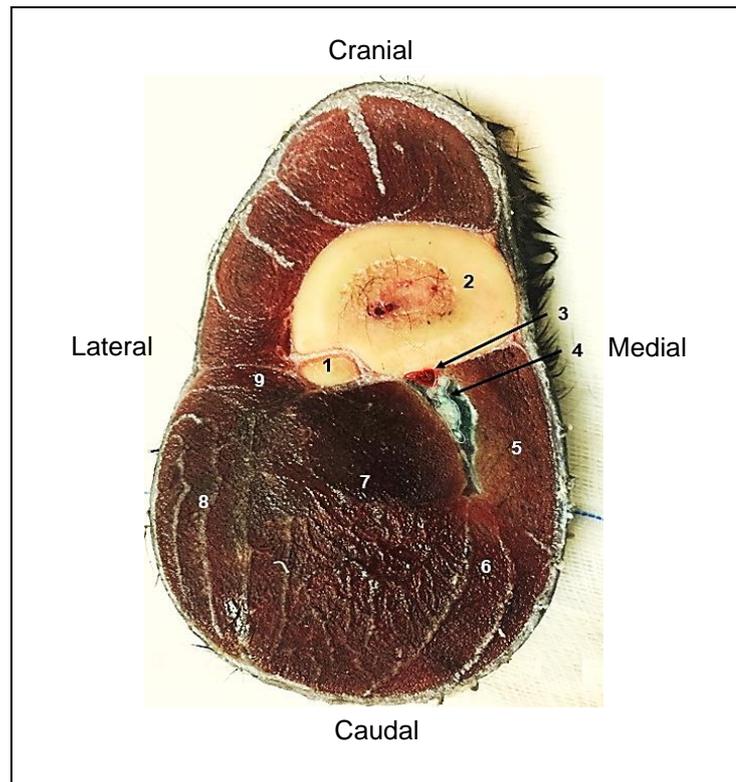
5.1.3.1 Nervo mediano



a) Tecido conectivo do nervo mediano após infiltração guiada por ultrassom de gel, contraste e azul de metileno. Observa-se que só o perineuro foi corado, não manchando as estruturas adjacentes ao nervo; b) Posicionamento do cateter introduzido no perineuro do nervo mediano guiado por ultrassom. O cateter foi preenchido com uma mistura de gel, Omnipaque e azul de metileno.

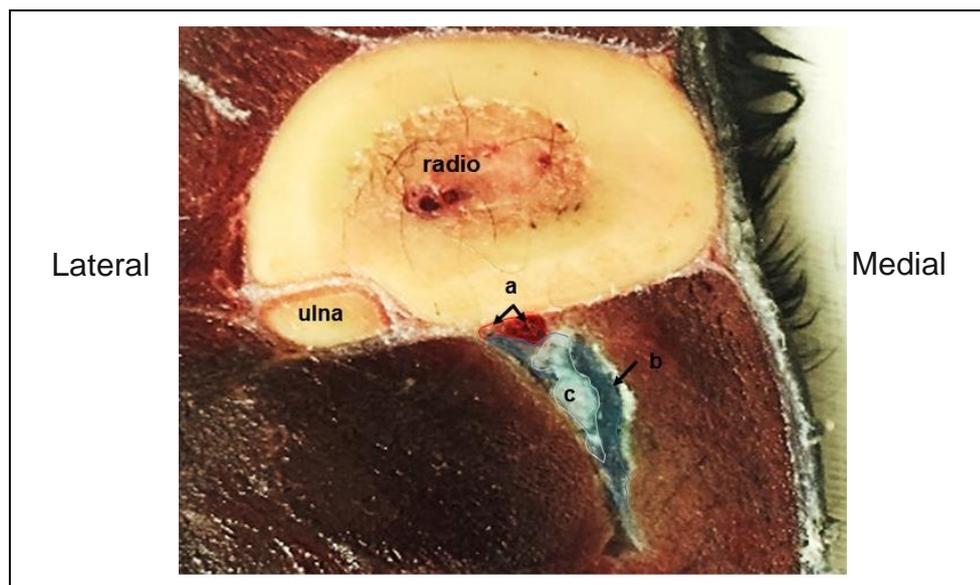
Figura 22 - Dispersão do gel e posicionamento de cateter no nervo mediano

Em outro membro, após a infiltração com a solução, o mesmo foi congelado sendo, posteriormente, cortado com serra fita no sentido transversal desde a região proximal até o terço médio do antebraço, os cortes foram realizados com 1 centímetro de espessura. Nesse corte, observou-se que o nervo mediano se dispõe caudalmente ao rádio e aos vasos sanguíneos (artéria e veia medianas), entre os músculos carpo radial e flexor digital superficial. A dispersão da solução injetada com o auxílio do ultrassom se difundiu na região, banhando toda estrutura perineural do nervo mediano, podendo, com a distensão, ser observada a área em azul, que circunda o nervo (Figuras 23 e 24).



(1) Ulna, (2) Rádio, (3) Artéria e veia medianas, (4) Nervo mediano, (5) Músculo flexor carpo radial, (6) Músculo flexor carpo ulnar, (7) Músculo flexor digital superficial, (8) Músculo flexor digital profundo (cabeça ulnar), (9) Músculo flexor digital profundo (cabeça umeral).

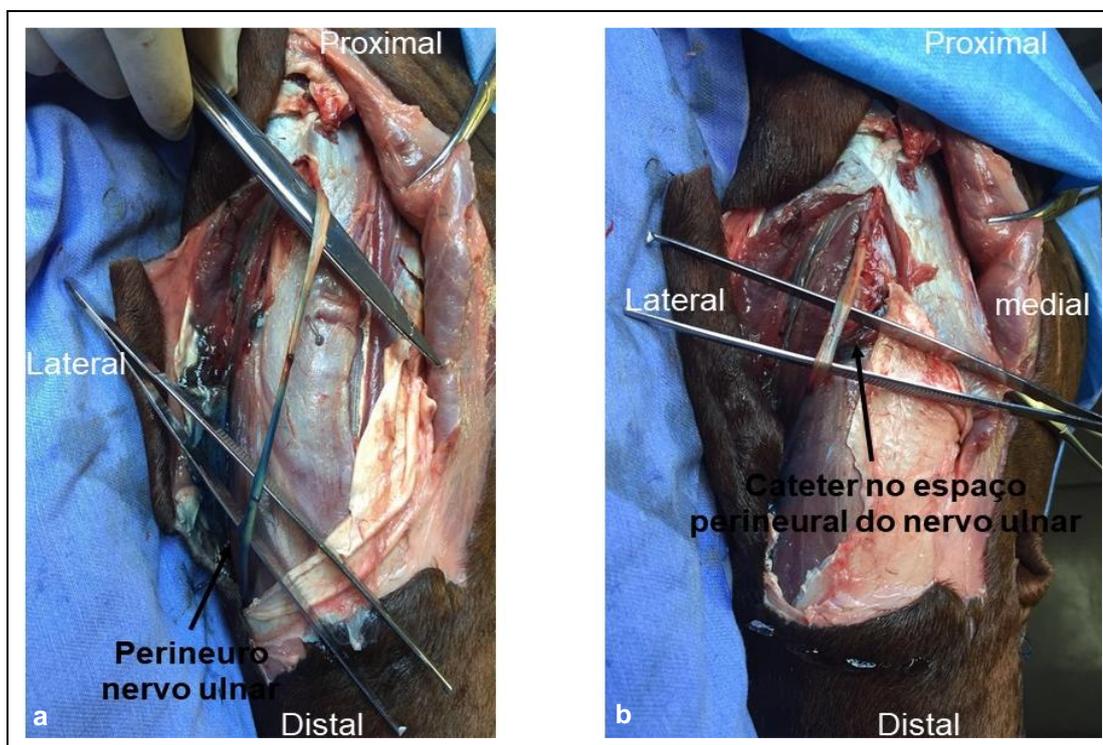
Figura 23 - Corte transversal do membro torácico direito. Ênfase ao nervo mediano



(a) artéria e veia medianas, (b) área de dispersão da solução de gel e azul de metileno entre o epimísio e o perineuro do nervo mediano e (c) nervo mediano.

Figura 24 - Corte transversal do membro torácico direito. Ênfase ao nervo mediano

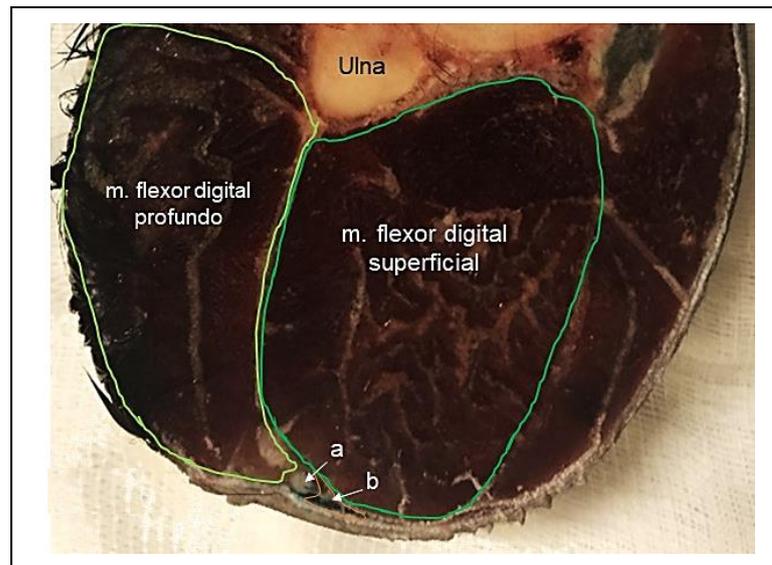
5.1.3.2 Nervo ulnar



a) tecido conectivo do nervo ulnar após infiltração guiada por ultrassom com gel, contraste e azul de metileno. Observa-se que só o perineuro foi corado; b) posicionamento do cateter introduzido no perineuro do nervo ulnar guiado por ultrassom. O cateter foi preenchido com uma mistura de gel, Omnipaque e azul de metileno.

Figura 25 - Dispersão do gel e posicionamento de cateter no nervo ulnar

Em sequência ao estudo, em outro membro foi realizada a infiltração do gel, à base de celulose (± 3 mL), na região perineural do nervo ulnar. O membro foi congelado e, posteriormente, cortado com serra fita no sentido transversal na região do proximal do antebraço com espessura de 1 centímetro do mesmo modo que foi realizado no estudo do nervo mediano. Observou-se que o nervo ulnar está posicionado anatomicamente entre os músculos flexor digital superficial e flexor digital profundo (cabeça umeral), bem como entre a veia e artéria colateral ulnar. Ainda podendo ser observada a dilatação provocada pela dispersão da solução na região perineural do nervo ulnar (Figura 26).



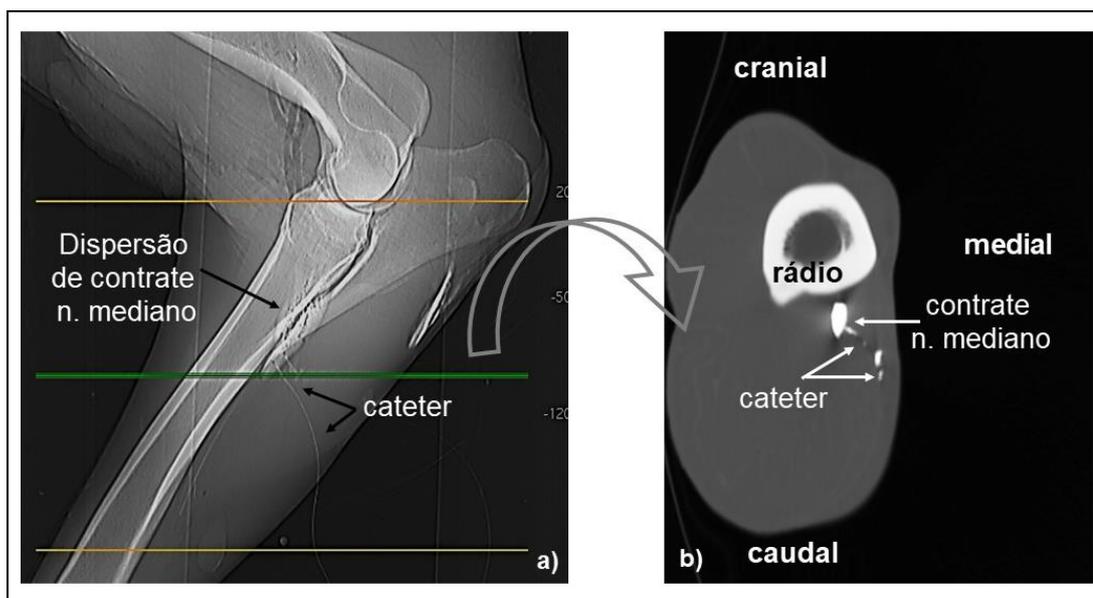
a) Nervo ulnar juntamente com artéria e veia colateral ulnar; b) Área de dispersão do gel no perineuro, sob o MFDS.

Figura 26 - Corte transversal do membro torácico direito, vista caudal. Ênfase ao nervo ulnar

5.1.4 Tomografia computadorizada

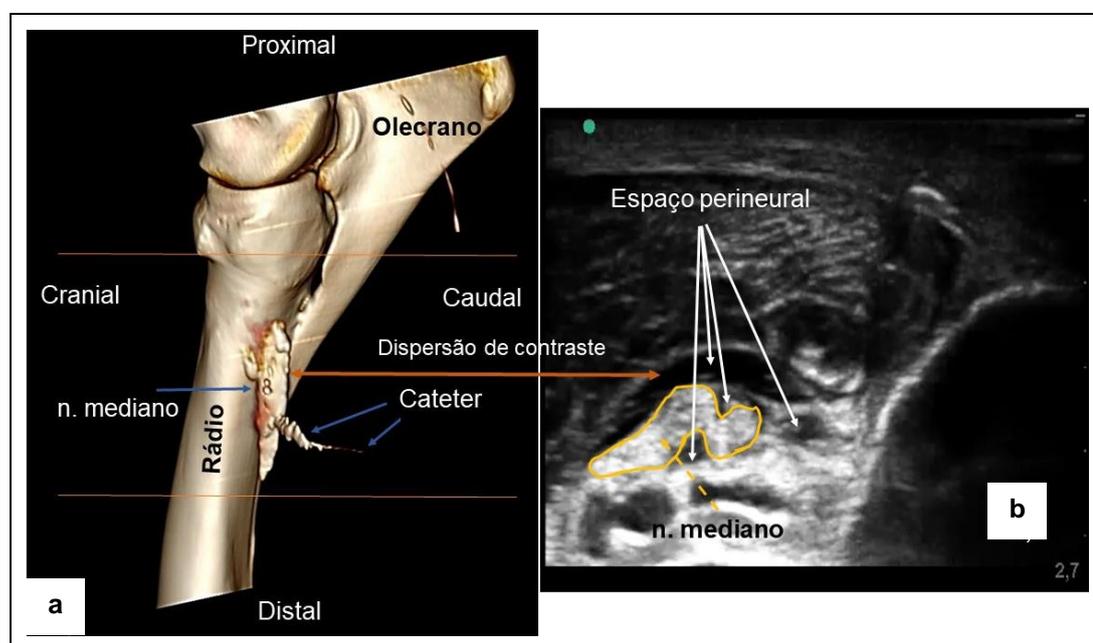
5.1.4.1 Nervo mediano

O estudo de tomografia computadorizada confirmou, mais uma vez, o posicionamento tanto da dispersão da solução como do cateter no local considerado ideal neste estudo. Com a realização do topograma (Figuras 27 e 29), pode-se delimitar a área para posterior reconstrução da imagem 3-D dos nervos mediano e ulnar (Figuras 28 e 30).



a) Imagem de topograma (localizador). Linha verde indica a área de corte da imagem da TM. Observa-se o cateter inserido na área correspondente ao perineuro do nervo mediano, bem como a dispersão do contraste; b) Imagem de TC em corte transversal do terço proximal do rádio com área hiperatenuante de dispersão do contraste Omnipaque e trajetória do cateter até a região que corresponde ao nervo mediano.

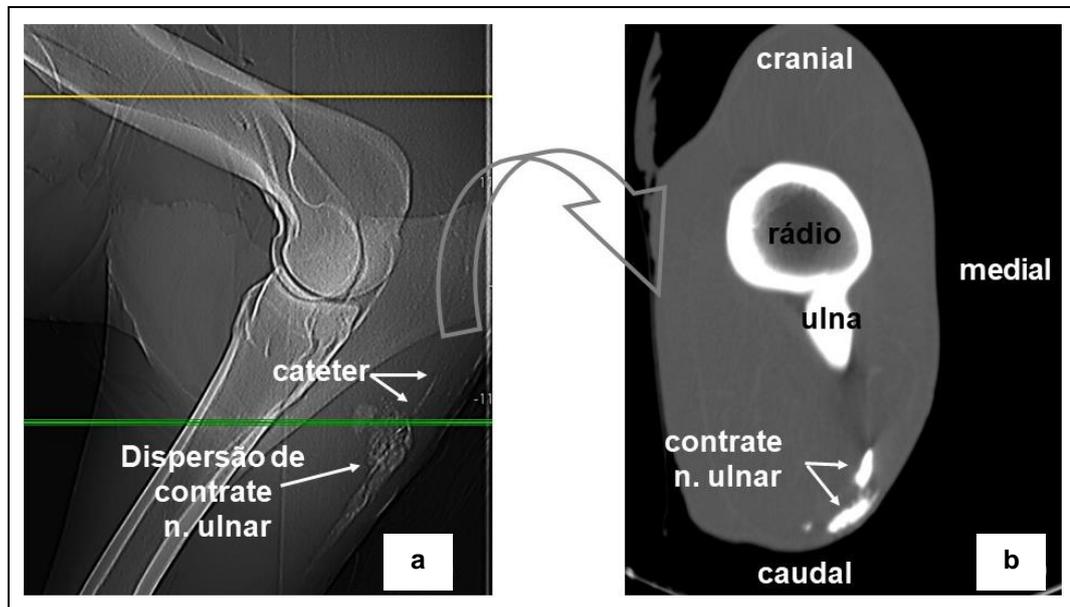
Figura 27 - Topograma e corte transversal de TC, região proximal do antebraço. Ênfase ao nervo mediano



a) Reconstrução da imagem de tomografia computadorizada em 3-D com renderização de volume. Área perineural do nervo mediano banhada com contraste e prolongamento da entrada do cateter na região perineural; b) Imagem de ultrassonografia com área de dispersão do contraste, envolvendo o nervo mediano. Estudo de correlação de imagens.

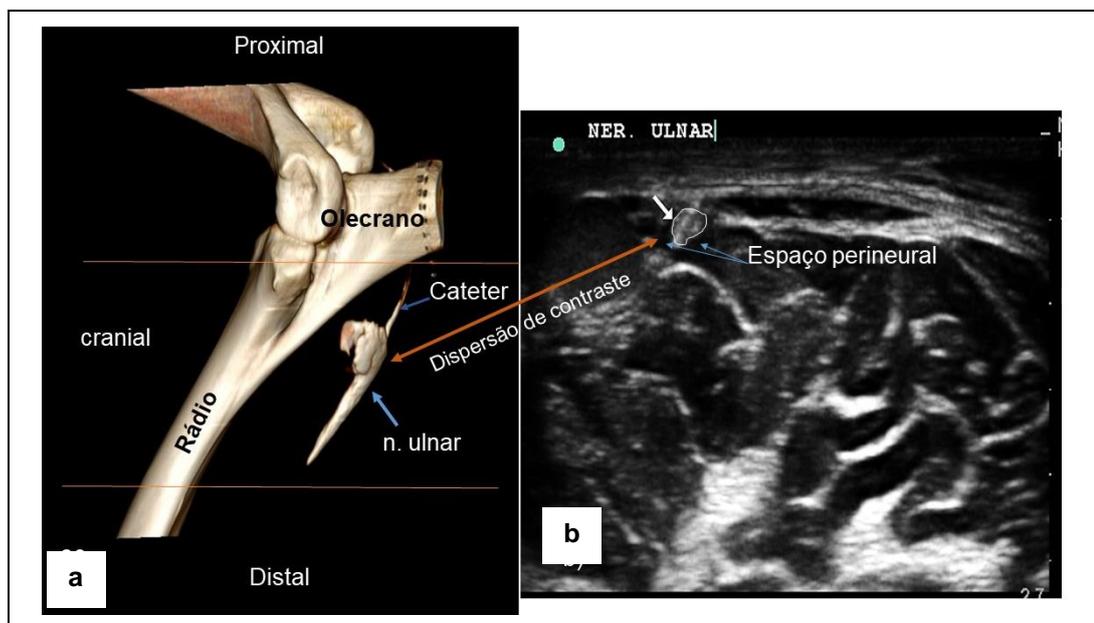
Figura 28 - Correlação US e TC em 3-D com renderização de volume. Nervo mediano

5.1.4.2 Nervo ulnar



a) Imagem de topograma (localizador) do estudo de tomografia computadorizada (TC) Infiltração na região perineural do nervo ulnar com Omnipaque guiado por ultrassom. Observa-se o cateter inserido na área correspondente ao perineuro do nervo ulnar e local de dispersão do contraste; b) Imagem de TC em corte transversal do terço proximal do rádio com área hiperatenuante de dispersão do contraste na região correspondente ao nervo ulnar.

Figura 29 - Topograma e corte transversal de TC, região proximal do antebraço. Ênfase ao nervo ulnar



a) Reconstrução da imagem de tomografia computadorizada em 3-D com renderização de volume. Área do nervo ulnar banhada com contraste e prolongamento da entrada do cateter na região perineural; b) Imagem de ultrassonografia com área de dispersão do contraste envolvendo o nervo mediano. Estudo de correlação de imagens.

Figura 30 - Correlação US e TC em 3-D com renderização de volume. Nervos ulnar

5.2 Segunda Fase - *In Vivo*

5.2.1 Medidas externas e internas

As medidas externas de marcação anatômica e as medidas internas das imagens de ultrassom dos 18 equinos, nesses estudos, puderam estipular as localizações das janelas para realização das imagens de ultrassom, bem como para inserção da agulha e fixação de cateter dos nervos-alvos. Os resultados estão demonstrados nas Tabelas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7.

Tabela 1 - Valores individuais, médias e desvios padrões, idade, peso e sexo das raças BH, AR e QM

ANIMAIS	IDADE/ANOS	PESO (KG)	SEXO
BH1	14	580	F
BH2	7	567	M
BH3	12	490	M
BH4	9	567	M
BH5	9	513	M
BH6	16	610	M
Média	11,2	554,5	
Desvio padrão	2,8	39,5	
AR1	5	350	M
AR2	3	345	M
AR3	4	355	M
AR4	3	350	M
AR5	4	380	M
AR6	4	300	M
Média	3,8	346,7	
Desvio padrão	0,8	13,9	
QM1	20	536	M
QM2	21	580	M
QM3	10	598	M
QM4	17	624	M
QM5	16	580	M
QM6	22	512	M
Média	17,7	571,7	
Desvio padrão	4,3	32,1	

BH: cavalos da raça Brasileiro de Hipismo, AR: cavalos da raça Árabe, QM: cavalos da raça Quarto de Milha.

Tabela 2 - Média e desvio padrão do peso e das medidas externas para abordagem do nervo ulnar entre as raças

ANIMAIS	PESO (KG)	MEDIDAS EXTERNAS (CM): OLÉCRANO À JANELA DE ABORDAGEM DO NERVO ULNAR
BH1	580	15,0
BH2	567	18,0
BH3	490	14,5
BH4	567	19,0
BH5	513	18,0
BH6	610	20,0
Média	554,5	17,4
Desvio padrão	39,5	2,0
AR1	350	14,0
AR2	345	14,0
AR3	355	15,0
AR4	350	16,0
AR5	380	18,0
AR6	300	14,0
Média	346,7	15,2
Desvio padrão	13,9	1,7
QM1	536	22,0
QM2	580	18,0
QM3	598	18,0
QM4	624	23,5
QM5	580	21,0
QM6	512	22,0
Média	571,7	20,8
Desvio padrão	32,1	2,4

Foram realizadas externamente e mensuradas por meio de régua medida em centímetros, desde a tuberosidade caudal do olécrano até o local considerado, neste estudo, como janela acústica, na abordagem do nervo ulnar. A janela acústica refere-se ao ponto do posicionamento do transdutor para visualização, inserção da agulha e introdução do cateter.

Tabela 3 - Média e desvio padrão de profundidade do nervo ulnar entre as raças

ANIMAIS	PESO (KG)	PROFUNDIDADE (CM): DISTÂNCIA DO LOCAL DA INSERÇÃO DA AGULHA AO NERVO ULNAR
BH1	580	0,48
BH2	567	0,39
BH3	490	0,48
BH4	567	0,47
BH5	513	0,51
BH6	610	0,41
Média	554,5	0,46
Desvio padrão	39,5	0,05
AR1	350	0,14
AR2	345	0,52
AR3	355	0,46
AR4	350	0,71
AR5	380	0,53
AR6	300	0,36
Média	346,7	0,45
Desvio padrão	13,9	0,19
QM1	536	0,96
QM2	580	0,66
QM3	598	0,64
QM4	624	0,86
QM5	580	0,73
QM6	512	1,21
Média	571,7	0,84
Desvio padrão	32,1	0,22

As médias internas para abordagem do nervo ulnar foram realizadas por meio das imagens de ultrassonografia usando *presets* de nervo e de software de cálculos existentes no aparelho de ultrassonografia, modelo M-turbo da marca SonoSite®. Para essa abordagem, foi utilizado *probe* linear de 13 MHz a 6 MHz, modelo FL38x da SonoSite®. As medidas foram calculadas a partir do posicionamento do transdutor na área definida como janela acústica para abordagem do nervo ulnar neste estudo, sendo estas janelas definidas a partir das medidas externas mostradas anteriormente (média 17,8 cm).

Tabela 4 - Média e desvio padrão da área do nervo ulnar, na janela acústica, entre as três raças estudadas

ANIMAIS	PESO (KG)	ÁREA (CM ²) DO NERVO ULNAR CORTE TRANSVERSAL US
BH1	580	0,06
BH2	567	0,04
BH3	490	0,04
BH4	567	0,04
BH5	513	0,08
BH6	610	0,04
Média	554,5	0,05
Desvio padrão	39,5	0,02
AR1	350	0,05
AR2	345	0,03
AR3	355	0,02
AR4	350	0,03
AR5	380	0,02
AR6	300	0,04
Média	346,7	0,03
Desvio padrão	13,9	0,01
QM1	536	0,02
QM2	580	0,04
QM3	598	0,05
QM4	624	0,09
QM5	580	0,07
QM6	512	0,04
Média	571,7	0,05
Desvio padrão	32,1	0,03

As medidas da área do nervo ulnar foram calculadas a partir do posicionamento do transdutor na janela abordagem desse nervo.

Tabela 5 - Média e desvio padrão do peso e das medidas externas para abordagem do nervo mediano entre as três raças

ANIMAIS	PESO (KG)	MEDIDAS EXTERNAS (CM): FINAL DO MÚSCULO PEITORAL TRANSVERSO À JANELA DE ABORDAGEM DO NERVO MEDIANO
BH1	580	7,0
BH2	567	9,0
BH3	490	5,0
BH4	567	8,0
BH5	513	10,0
BH6	610	7,0
Média	554,5	7,7
Desvio padrão	39,5	1,9
AR1	350	7,0
AR2	345	7,0
AR3	355	10,0
AR4	350	8,0
AR5	380	7,0
AR6	300	7,0
Média	346,7	7,7
Desvio padrão	13,9	1,3
QM1	536	8,0
QM2	580	9,5
QM3	598	7,0
QM4	624	8,5
QM5	580	11,0
QM6	512	11,0
Média	571,7	9,2
Desvio padrão	32,1	1,5

As medidas, para abordagem do nervo mediano, foram realizadas externamente e mensuradas por meio de régua medida em centímetros, desde a extremidade mediana distal do músculo peitoral transversal até a janela de visualização desse nervo. A janela acústica refere-se ao ponto do posicionamento do transdutor para visualização, inserção da agulha e introdução do cateter.

Tabela 6 - Média e desvio padrão da profundidade do nervo mediano entre as três raças

ANIMAIS	PESO (KG)	PROFUNDIDADE (CM): DISTÂNCIA DO LOCAL DA INSERÇÃO DA AGULHA AO NERVO MEDIANO
BH1	580	2,23
BH2	567	1,93
BH3	490	2,04
BH4	567	2,36
BH5	513	2,11
BH6	610	2,41
Média	554,5	2,18
Desvio padrão	39,5	0,19
AR1	350	1,83
AR2	345	2,31
AR3	355	1,96
AR4	350	1,93
AR5	380	1,48
AR6	300	1,63
Média	346,7	1,86
Desvio padrão	13,9	0,29
QM1	536	2,63
QM2	580	1,98
QM3	598	2,32
QM4	624	2,27
QM5	580	2,09
QM6	512	1,87
Média	571,7	2,19
Desvio padrão	32,1	0,27

As médias internas para abordagem do nervo mediano foram realizadas por meio das imagens de ultrassonografia, usando *presets* de nervo e software de cálculos existente no aparelho de ultrassonografia, modelo M-turbo da marca SonoSite®. As medidas foram calculadas a partir do posicionamento do transdutor da janela acústica para abordagem.

Tabela 7 - Média e desvio padrão da área do nervo mediano, na janela acústica, entre as três raças estudadas

ANIMAIS	PESO (KG)	ÁREA (CM ²) DO NERVO ULNAR CORTE TRANSVERSAL US
BH1	580	0,21
BH2	567	0,24
BH3	490	0,28
BH4	567	0,19
BH5	513	0,21
BH6	610	0,24
Média	554,5	0,23
Desvio padrão	39,5	0,03
AR1	350	0,21
AR2	345	0,15
AR3	355	0,12
AR4	350	0,22
AR5	380	0,22
AR6	300	0,11
Média	346,7	0,17
Desvio padrão	13,9	0,05
QM1	536	0,2
QM2	580	0,17
QM3	598	0,15
QM4	624	0,1
QM5	580	0,19
QM6	512	0,2
Média	571,7	0,17
Desvio padrão	32,1	0,04

5.2.2 Relação de peso entre raças

Em relação ao peso, houve diferença significativa entre as raças ($p = 0,028$). Os animais da raça Árabe apresentaram peso significativamente menor que os animais da raça Quarto de Milha.

5.2.3 Relação de idade entre raças

Em relação à idade, entre as raças em estudo, houve diferença significativa entre AR e QM ($p = 0,0009$). Os cavalos da raça Árabe eram mais jovens que os da raça Quarto de Milha.

5.2.4 Medidas externas para abordagem dos nervos mediano e ulnar

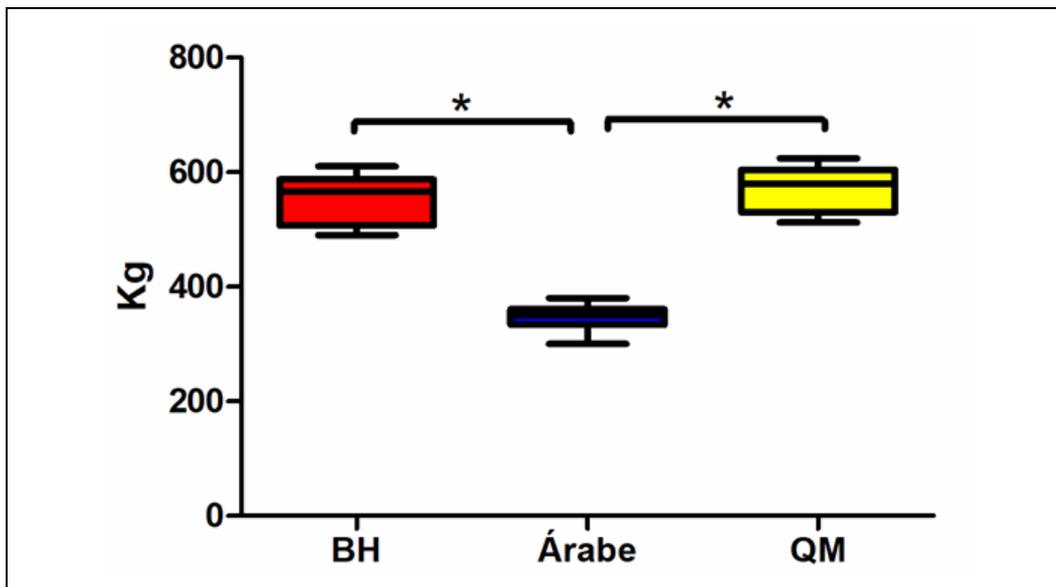
Em relação a esses parâmetros, a medida externa para abordagem do nervo ulnar apresentou diferença significativa ($p = 0,007$) entre os cavalos da raça Árabe e Quarto de Milha.

5.2.5 Medidas internas: profundidade dos nervos mediano e ulnar

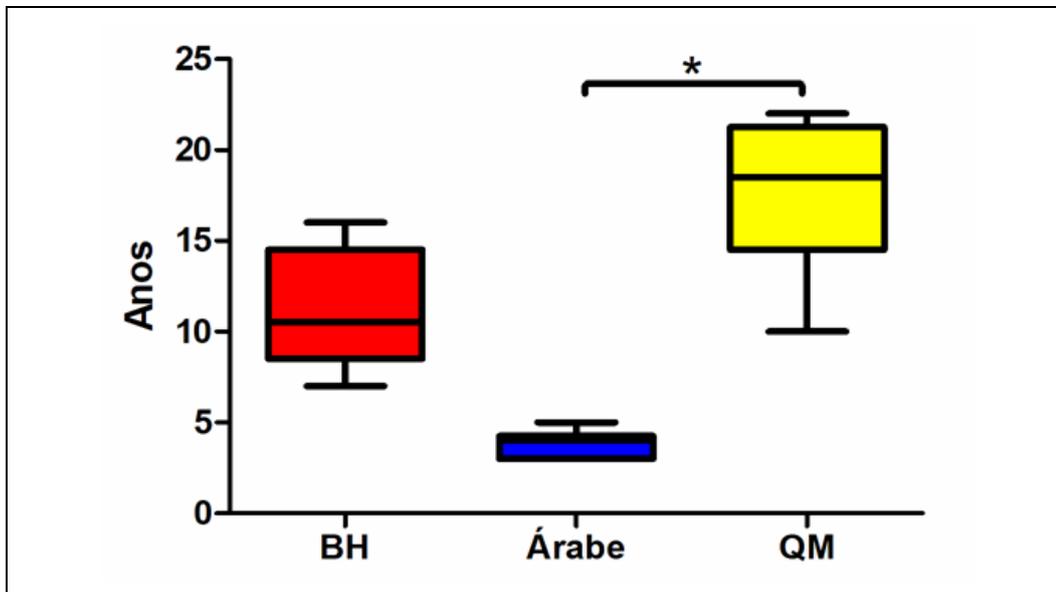
As medidas de profundidade, desde a pele até o nervo ulnar, apresentaram diferença significativa ($p = 0,005$) entre as raças Quarto de Milha e Brasileiro de Hipismo e entre as raças Quarto de Milha e Árabe.

5.2.6 Medidas internas: área dos nervos mediano e ulnar

As medidas das áreas do nervo mediano, entre as raças Brasileiro de Hipismo e Quarto de Milha, apresentaram diferença significativa ($p = 0,0446$).

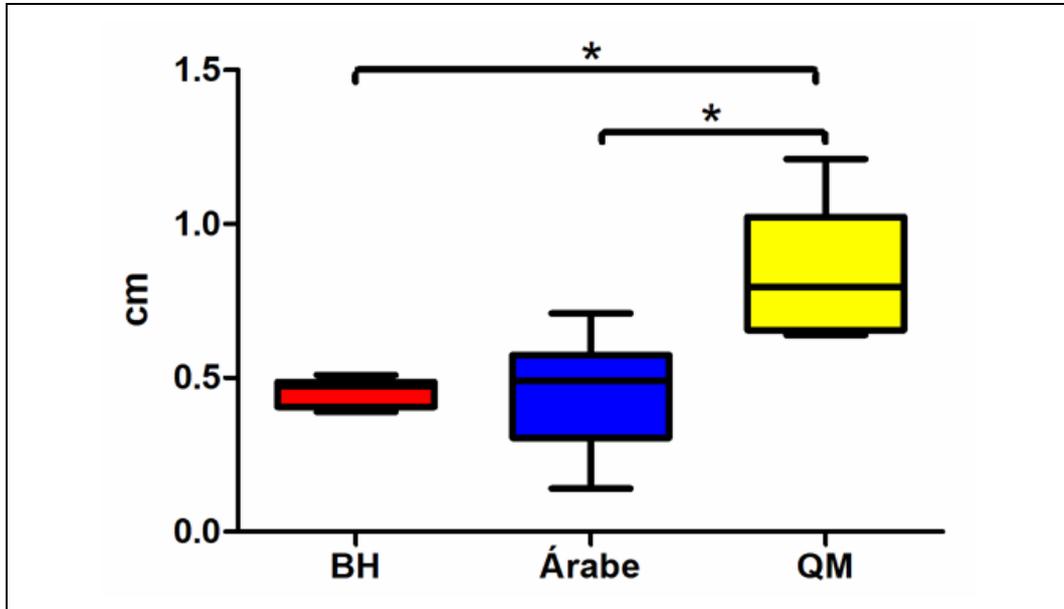
Gráfico 1 - Peso entre raças: BH, AR e QM

A chave representa as diferenças significativas entre as raças Brasileiro de Hipismo e Árabe e Árabe e Quarto de Milha. * = $p < 0,05$. BH: Brasileiro de Hipismo; AR: Árabe; QM: Quarto de Milha.

Gráfico 2 - Idades entre as raças: BH, AR e QM

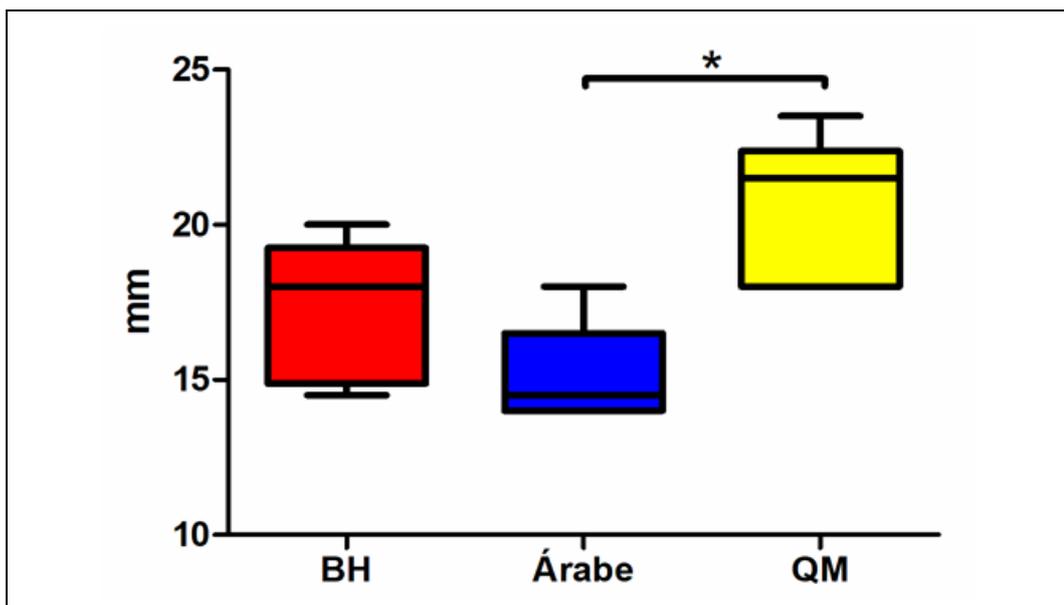
A chave representa diferença significativa entre as raças. Árabe e Quarto de Milha. * = $p < 0,05$. BH: Brasileiro de Hipismo; AR: Árabe; QM: Quarto de Milha.

Gráfico 3 - Representação gráfica das profundidades do nervo ulnar em mm, desde a pele até o nervo ulnar, pela janela acústica, entre as raças BH, AR e QM



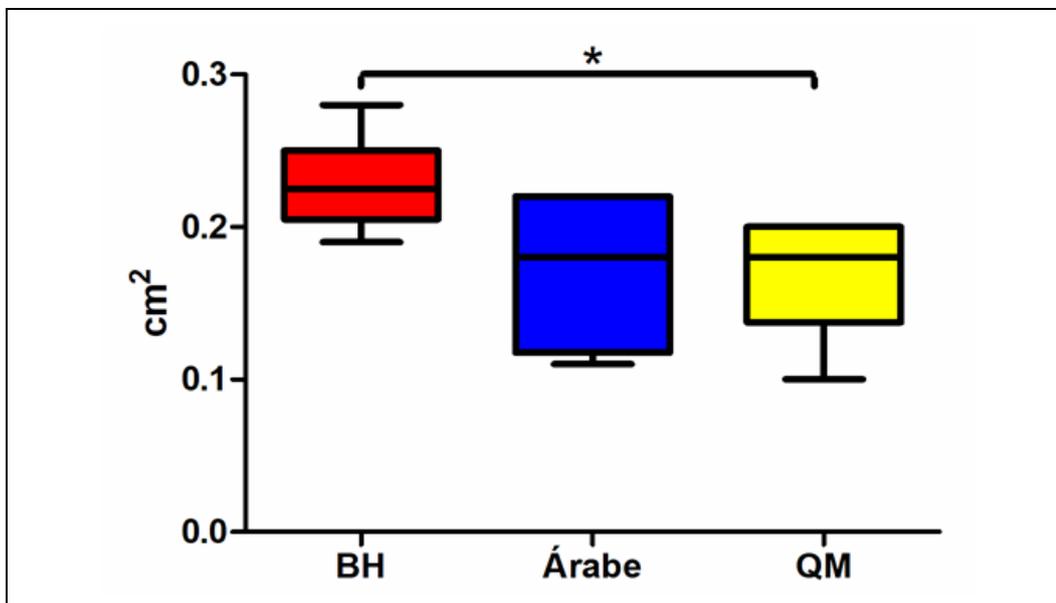
As chaves representam as diferenças significativas entre as raças Brasileiro de Hipismo e Quarto de Milha e Árabe e Quarto de Milha. * = $p < 0,05$. BH: Brasileiro de Hipismo; AR: Árabe; QM: Quarto de Milha.

Gráfico 4 - Representação gráfica da medida externa em milímetros para abordagem do nervo ulnar, a partir do olécrano até a janela acústica entre as raças BH, AR e QM



A chave representa a diferença significativa entre a raça Árabe e Quarto de M. * = $p < 0,05$. BH: Brasileiro de Hipismo; AR: Árabe; QM: Quarto de Milha.

Gráfico 5 - Representação gráfica da área do nervo mediano em centímetros quadrados, na janela acústica entre as raças BH, AR e QM



As chaves representam as diferenças significativas entre as raças Brasileiro de Hipismo e Quarto de Milha. * = $p < 0,05$. BH: Brasileiro de Hipismo; AR: Árabe; QM: Quarto de Milha.

6 DISCUSSÃO

Neste estudo foi observado, por meio da anatomia topográfica bem como pelas imagens ultrassonográficas, que as estruturas dos nervos periféricos dos membros torácicos de equinos, *in vitro* e *in vivo*, puderam ser bem definidas e suas estruturas são de fácil visualização, sendo essa observação de grande importância para o desenvolvimento da técnica de cateterização dos nervos periféricos em equinos. Essas informações corroboram com a literatura^{14,33}, que alega que o conhecimento prático da anatomia é fundamental para o sucesso da técnica de bloqueio de nervo periférico guiado por ultrassom. A taxa de sucesso na dispersão da solução guiada por ultrassom, bem como a introdução dos cateteres nos perineuros-alvos, após os primeiros treinamentos com especialista em anestesia regional foi de 100%.

Os bloqueios de nervos periféricos realizados em equinos com finalidade diagnóstica ou mesmo cirúrgica são realizados, até a presente data, por meio apenas da visualização de estruturas anatômicas externas, sem observação dos nervos e das estruturas adjacentes a eles^{50,51}. Essa técnica às cegas pode apresentar falhas por conta das variações anatômicas dos nervos-alvos, bem como das alterações encontradas na anatomia das diferentes raças de equinos. Corroborando com essas observações, grandes variações das medidas internas de profundidade e posicionamento dos

nervos, verificadas no presente estudo, indicam que as falhas nos bloqueios às cegas de fato estão relacionadas com as variações anatômicas que ocorrem nos animais. De acordo com Nagy *et al.*⁴⁹, que demonstraram que aproximadamente 77% dos bloqueios às cegas realizados em equinos, nos quatro pontos baixos (técnica de bloqueio dos nervos palmar lateral e medial), produziram injeções inadvertidas fora do eixo neurovascular, atribuindo a essa observação a baixa efetividade da técnica anestésica e, muitas vezes, o retardamento desses efeitos, bem como a falha total da técnica. As imagens obtidas, *in vivo*, mostram que as estruturas dos nervos mediano e ulnar, na área de acesso, estão intimamente ligadas a grandes vasos sanguíneos, podendo ser esse achado uma comprovação da afirmação de Nagy *et al.*⁴⁹, que atribuíram as falhas dos bloqueios às cegas à ocorrência de injeções em vasos sanguíneos, podendo ser estas as causas de lesões importantes nessa espécie.

Como demonstrado neste estudo, os valores adquiridos, entre as raças, para estabelecer a profundidade do nervo mediano, exibiu uma média de 2,08 centímetros. No entanto, as orientações para abordagem às cegas desse mesmo nervo, no mesmo local onde foi realizado o estudo ultrassonográfico, são a utilização de agulha hipodérmica com 7,0 centímetros de comprimento^{50,51}. Essa diferença entre a profundidade do nervo e o tamanho da agulha pode ser a responsável pelas falhas das técnicas às cegas, corroborando mais uma vez com os achados de Nagy *et al.*⁴⁹.

Em relação à média entre as raças estudadas, quanto à profundidade do nervo ulnar, foi encontrado o valor de 0,58 centímetro, muito embora a recomendação da técnica às cegas, para bloqueios anestésicos do nervo ulnar, na mesma região abordada neste estudo, seja o uso de uma agulha hipodérmica com 4,0 centímetros de comprimento^{50,51}. A diferença entre as profundidades do nervo e o tamanho da agulha, mais uma vez, pode ser o motivo das falhas das técnicas anestésicas conduzidas unicamente por medidas anatômicas externas.

Outro aspecto a ser considerado é que o sucesso do bloqueio contínuo do nervo periférico é intimamente dependente do posicionamento do cateter, que deve estar suficientemente perto do nervo para permitir analgesia adequada com um volume mínimo de anestésico local⁵².

As imagens de ultrassom durante o procedimento de acesso aos nervos, bem como as de tomografia computadorizada adquiridas após a colocação da agulha e dispersão do gel com contraste, realizadas neste estudo, puderam comprovar que a abordagem e dispersão da solução aplicadas nos nervos foram precisas e condizentes com a localização anatômica dos nervos mediano e ulnar, demonstrando que o estudo de anatomia, a sonoanatomia, a prática de agulhamento e a passagem de cateter, foram realizados com sucesso. Isso fortalece a afirmação de Escovedo *et al.*³², na qual declaram que os passos para se ter sucesso em anestesia regional incluem a identificação exata do posicionamento do nervo que se deseja alcançar; a localização precisa da agulha, sem lesões nas estruturas adjacentes; e a dispersão cuidadosa de anestésico local o mais próximo possível à estrutura do nervo-alvo. Daí a

conclusão de que os bloqueios guiados por ultrassom tornam a anestesia regional periférica mais precisa.

Os cavalos da raça Árabe apresentaram peso corpóreo inferior aos cavalos Quarto de Milha. Fato relacionado às estruturas corpóreas inerentes às duas raças⁵³⁻⁵⁶. Essa conformação reflete na diferença das medidas externas verificadas para abordagem dos nervos mediano e ulnar (janela acústica). Os animais da raça Quarto de Milha apresentam músculos bem mais desenvolvidos condizentes com sua utilização em esporte de força bem como com sua conformação genética pertinente à raça. Os animais da raça Árabe, neste estudo, além de serem animais mais jovens, apresentam uma conformação genética com menor escore de desenvolvimento muscular⁵²⁻⁵⁵.

Por outro lado, a profundidade dos nervos mediano e ulnar, na área de acesso (janela acústica), entre as raças Quarto de Milha e Brasileiro de Hipismo, apresentou uma diferença significativa, porém, na técnica de BCNP guiado por ultrassom, essa diferença não alterou a precisão dos acessos, já que a visualização do nervo estava sendo feita em tempo real, muito embora esses dados sejam de extrema importância para as técnicas às cegas, pela probabilidade da diminuição da efetividade dos bloqueios ou pela completa falha da técnica. Mais uma vez, essa diferença pode ser atribuída ao desenvolvimento muscular da amostragem das raças dos cavalos envolvidos neste estudo. Essa constatação pode, também, ser atribuída às modalidades esportivas de cada raça e aos exercícios a que são submetidos durante a vida esportiva^{53,54}. Os animais da raça Quarto de Milha apresentam grande hipertrofia dos músculos peitoral transverso e flexor digital superficial⁵²⁻⁵⁵,

músculos estes de referência anatômica para abordagem dos nervos neste estudo, enquanto que os cavalos da raça Brasileiro de Hipismo apresentam hipertrofia moderada para ambos os músculos⁵⁴. O mesmo fato pode ter contribuído para as diferenças verificadas entre os cavalos das raças Quarto de Milha e Árabe⁵⁶.

A medida da área do nervo mediano, na região definida como janela acústica, apresentou diferença entre as raças Brasileiro de Hipismo e Quarto de Milha. Essa diferença pode ser justificada por conta do local de escolha como janela para cada raça. Os cavalos Quarto de Milha tiveram esse espaço mais próximo à região proximal do antebraço ao passo que os cavalos Brasileiro de Hipismo, próximo ao terço médio da região antebraquial. Portanto, pode-se justificar que, em razão das diferenças do posicionamento das janelas acústicas, a apresentação anatômica do nervo se comporta da seguinte forma: quanto mais distal, menor é seu calibre^{15,20,57-59}.

A literatura a respeito de bloqueios contínuos de nervos periféricos guiados por ultrassom em equinos é escassa; no entanto, dois trabalhos publicados sobre esse assunto, apesar de os bloqueios terem sido realizados unicamente por marcações anatômicas externas (técnica às cegas), foram os primeiros passos dados nesse sentido^{6,13}. Zarucco¹³ e Driessen⁶ demonstraram que a técnica de BCNP pode ser reproduzida em equinos, muito embora os dois pesquisadores terem desenvolvido suas técnicas em nervos mais distais, como o nervo palmar (medial e lateral), os resultados foram promissores.

De acordo com o mecanismo periférico da dor, as fibras nervosas periféricas transferem o potencial de ação ao sistema nervoso central através das fibras A α e C, sendo essas fibras capazes de transmitir a dor com velocidades distintas (A = rápida e C = lenta)⁶⁰⁻⁶³. Quando a dor é provocada por lesão tecidual, desencadeia-se um processo inflamatório liberando enzimas intra e extracelulares, principalmente a prostaglandina E2 (PGE2), que promove a diminuição do limiar de excitabilidade dos nociceptores, substância P e neurocinina responsáveis pela manutenção inflamatória⁶⁴. A persistência da agressão tecidual, pela cascata inflamatória, causa modificações no sistema nervoso periférico e sensibilização de fibras nervosas com consequência hiperalgesia, resultando em uma atividade espontânea dos neurônios, aumentando a resposta a estímulos supraliminares e diminuindo o limiar de dor. Esse estado inflamatório, quando envolve fibras C, produz brotamentos das conexões aferentes dessas fibras, ampliando o campo receptivo do neurônio e facilitando a interpretação dos estímulos inócuos, como dor (alodinia) e sensação excessiva da dor (hiperalgesia)⁶²⁻⁶⁴.

De acordo com a neuroanatomia dos nervos, o mediano e o ulnar são principais nervos na condução sensitiva dos membros torácicos de equinos¹⁵, dando origem aos nervos palmares, os quais são os mais abordados na anestesia regional nessa espécie. Este estudo considerou a hipótese de que a abordagem proximal, na região antebraquial, seria mais efetiva no controle contínuo da dor refratária em contraste aos bloqueios distais dos nervos palmares em equinos^{6,13}.

Neste estudo, o fator determinante para a escolha da abordagem dos nervos tanto para o posicionamento da agulha em relação ao transdutor (fora do plano), quanto para o posicionamento do transdutor no sentido transversal ao membro e ao nervo (eixo curto), foi o fato de a trajetória da agulha estar paralela ao nervo, e o cateter, posicionado nesse sentido, fica mais próximo ao nervo, possibilitando maior rapidez na implantação em relação à abordagem em eixo longo, além do que, nos nervos mais superficiais, como o ulnar e o mediano, a visualização da ponta da agulha é mais precisa que em nervos mais profundos^{45,47,65}.

Apesar de a técnica demonstrada neste estudo ter se confirmado promissora, algumas limitações foram observadas. A primeira está relacionada ao alto custo dos bons aparelhos de ultrassonografia que devem ser utilizados na clínica de equinos, os quais devem apresentar boa qualidade de imagem, além de serem robustos e portáteis. A segunda está diretamente relacionada ao sucesso da técnica, como demonstrado no presente estudo, uma vez que o usuário precisa de treinamento a fim de adquirir habilidade, proficiência na obtenção de imagens e técnica para os procedimentos guiados.

7 CONCLUSÃO

Conclui-se que, nos estudos *in vitro* e *in vivo*, a tecnologia de orientação por ultrassom em tempo real facilitou as injeções perineurais dos nervos mediano e ulnar, com precisão e reprodutibilidade. E que a técnica de bloqueios dos nervos periféricos mediano e ulnar de equinos, guiados por ultrassom, poderá ser uma alternativa viável, tanto na rotina clínica quanto em procedimentos cirúrgicos para o controle da dor refratária aos tratamentos sistêmicos a longo prazo.

No entanto, serão necessários estudos clínicos que comprovem a aplicabilidade dessa técnica e a eficácia dos bloqueios contínuos nos nervos propostos neste estudo.

8 ANEXOS

Anexo A - Aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO		FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA	
			
Comissão de Ética no Uso de Animais			
CERTIFICADO			
<p>Certificamos que a proposta intitulada "NOVA TÉCNICA DE BLOQUEIOS CONTÍNUOS GUIADOS POR ULTRASSONOGRRAFIA PARA MEMBROS TORÁCICOS DE EQUINOS.", protocolada sob o CEUA nº 7941181114 (ID 000993), sob a responsabilidade de Aline Magalhães Ambrósio e equipe; MARIA TERESA DE MELLO RÉGO SOUTO; ADILSON HAMAJI; MARCELO VAZ PEREIRA; DENISE TABACHI FANTONI; MARCELO HAMAJI - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (CEUA/FMVZ) na reunião de 17/12/2014.</p> <p>We certify that the proposal "NEW TECHNIQUE OF CONTINUOUS BLOCK ULTRASSOUND-GUIDED FOR FORELIMB OF HORSES ", utilizing 4 Equines (4 males), protocol number CEUA 7941181114 (ID 000993), under the responsibility of Aline Magalhães Ambrósio and team; MARIA TERESA DE MELLO RÉGO SOUTO; ADILSON HAMAJI; MARCELO VAZ PEREIRA; DENISE TABACHI FANTONI; MARCELO HAMAJI - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was approved by the Ethic Committee on Animal Use of the School of Veterinary Medicine and Animal Science (University of São Paulo) (CEUA/FMVZ) in the meeting of 12/17/2014.</p>			
Finalidade da Proposta: Pesquisa			
Vigência da Proposta: de 11/2014 a 11/2018		Área: Clínica Cirúrgica Veterinária	
Origem:	HOVET/FMVZ/USP	sexo:	Machos
Espécie:	Equídeos	idade:	a
Linhagem:	PSA	Peso:	a
Local do experimento:			
São Paulo, 20 de setembro de 2018			
			
Profa. Dra. Anneliese de Souza Traldi Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo		Roseli da Costa Gomes Secretária Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo	
<small>Av. Prof. Dr. Orlando Marques de Paiva, 87, Cidade Universitária: Armando de Salles Oliveira CEP 05508-270 São Paulo/SP - Brasil - tel: 55 (11) 3091-7676 Horário de atendimento: 2ª a 5ª das 7h30 às 16h - e-mail: ceuavet@usp.br CEUA N 7941181114</small>			

Anexo B - Aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo



COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

A CEUA da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, na data de 04/02/2015, **APROVOU** o Protocolo de Pesquisa nº **175/14** intitulado: **“Controle da dor do sistema locomotor em equinos utilizando ropivacaína em infusão contínua através da técnica de cateterização de nervos periféricos guiado por ultrassom”** que utilizará **04** animais da espécie **equino**, apresentado pelo Departamento de Cirurgia

Cabe ao pesquisador elaborar e apresentar a CEUA-FMUSP, o relatório final sobre a pesquisa, (Lei Procedimentos para o Uso Científico de Animais - Lei Nº 11.794 -8 de outubro de 2008).

Pesquisador (a) Responsável: Aline Magalhães Ambrosio

Pesquisador (a) Executante: Maria Teresa De Mello R. Souto

CEUA-FMUSP, 04 de Fevereiro de 2015

Dr. Eduardo Pompeu
Coordenador
Comissão de Ética no Uso de Animais

Anexo B - Aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo



COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

A **CEUA** da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em 13.03.18, **APROVOU o documento** abaixo mencionado para o protocolo de pesquisa nº **175/14** intitulado **“Controle da dor do sistema locomotor em equinos utilizando ropivacaína em infusão contínua através da técnica de cateterização de nervos periféricos guiado por ultrassom”** apresentado pelo Departamento de Cirurgia

- Mudança de título para: **“Nova Técnica de bloqueios contínuos guiados por ultrassonografia para membros torácicos de equinos”**

Pesquisador Responsável: **Aline Magalhães Ambrosio**

CEUA-FMUSP, 13 de Março de 2018



Dr. Eduardo Pompeu
Coordenador
Comissão de Ética no Uso de Animais

9 REFERÊNCIAS

1. Taylor PM, Pascoe PJ, Mama KR. Diagnosing and treating pain in the horse. Where are we today? *Vet Clin North Am Equine Pract.* 2002;18(1):1-19.
2. Wagner AE. Effects of stress on pain in horses and incorporating pain scales for equine practice. *Vet Clin North Am Equine Pract.* 2010;26(3):481-92.
3. Broster CE, Burn CC, Barr a RS, Whay HR. The range and prevalence of pathological abnormalities associated with lameness in working horses from developing countries. *Equine Vet J.* 2009;41(5):474-81.
4. Maranhão RPA, Palhares MS, Melo UP, Rezende HHC, Braga CE, Silva Filho JM, Vasconcelos MNF. Afecções mais frequentes do aparelho locomotor dos equídeos de tração no município de Belo Horizonte. *Arq Bras Med Vet e Zootec.* 2006;58(1):21-7.
5. Caston SS, Burzette RG. Demographics, Training practices, and injuries in lower level event horses in the United States. *J Equine Vet Sci.* 2018;62:25-31.

6. Driessen B, Scandella M, Zarucco L. Development of a technique for continuous perineural blockade of the palmar nerves in the distal equine thoracic limb. *Vet Anaesth Analg*. 2008;35(5):432-48.
7. Helen L, O'Donnell BD, Moore E. Nerve localization techniques for peripheral nerve block and possible future directions. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2015;59(8):962-74.
8. Robinson EP, Natalini CC. Epidural anesthesia and analgesia in horses. *Vet Clin North Am Equine Pract*. 2002;18(1):61-82.
9. Natalini CC. Spinal anesthetics and analgesics in the horse. *Vet Clin North Am Equine Pract*. 2010;26(3):551-64.
10. Marhofer P, Schrgendorfer K, Wallner T, Koinig H, Mayer N, Kapral S. Ultrasonographic guidance reduces the amount of local anesthetic for 3-in-1 blocks. *Reg Anesth Pain Med*. 1998;23(6):584-8.
11. Collins SN, Pollitt C, Wylie CE, Matiasek K. Laminitic Pain: parallels with pain states in humans and other species. *Vet Clin North Am Equine Pract*. 2010;26(3):643-71.
12. Driessen B, Bauquier SH, Zarucco L. Neuropathic pain management in chronic laminitis. *Vet Clin North Am Equine Pract*. 2010;26(2):315-37.
13. Zarucco L, Driessen B, Scandella M, Seco O, Cozzi F, Orsini JA. Continuous perineural block of the palmar nerves: a new technique for pain relief in the distal equine forelimb. *Clin Tech Equine Pract*. 2007;6(2):154-64.

14. Hadzic A, Carrera A, Clarck T, Gadsen J, Karmakar M, Sala-Blanch X, Vandepitte C, Xu D. Bloqueios de nervos periféricos e anatomia para anestesia regional orientada por ultrassom. 2. ed. Rio de Janeiro: Revinter; 2014.
15. Prada I. Neuroanatomia funcional em medicina veterinária com correlações clínicas. Jaboticabal: Terra Molhada; 2014.
16. Ribeiro GL. Nervos periféricos [internet]. 2018. [citado 2018 set 21]. Disponível em: <http://neuroibb.wixsite.com/brainy/nervos-perifricos>.
17. Pictureicon. Sistemas nerviosos central y perifrico [Internet]. 2018. [citado 2018 set 21]. Disponível em: <http://www.pictureicon.com/image/sistemas-nerviosos-central-y-perifrico>.
18. Netter F. Bosquejo embrionario del plexo braquial [internet]. 11 jan 2012. [citado 2018 set 21]. Disponível em: <http://netterimagesblog.blogspot.com/2012/01/bosquejo-embrionario-del-plexo-braquial.html>.
19. Fisioterapia para Todos. Síndrome do túnel do carpo, sintomas, remédios e cirurgia [Internet]. 2018. [citado 2018 set 21]. Disponível em: <http://www.fisioterapiaparatodos.com/p/wp-content/uploads/2013/09/musculos-antebraço-nervo-mediano-e-ulnar-1-400x380.jpg>.
20. Ashdown RR, Done SH. Atlas colorido de anatomia veterinária do cavalo, volume 2. Rio de Janeiro: Elsevier; 2011.

21. Marhofer P, Harrop-Griffiths W, Kettner SC, Kirchmair L. Fifteen years of ultrasound guidance in regional anaesthesia: Part 1. *Br J Anaesth.* 2010;104(5):538-46.
22. Rosenberg PH. Future of regional anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2005;49(7):913-8.
23. Choquet O, Abbal B, Capdevila X. The new technological trends in ultrasound-guided regional anesthesia. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2013;26(5):605-12.
24. Auroy Y, Benhamou D, Bouaziz H, Ecoffey C, Mercier FJ, Narchi P, Samii K; Groupe SOS ALR. Peripheral nerve block: yesterday's facts and tomorrow's challenges. *Ann Fr Anesth Reanim.* 2006;25(1):82-3.
25. Sites BD, Brull R. Ultrasound guidance in peripheral regional anesthesia: philosophy, evidence-based medicine, and techniques. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2006;19(6):630-9.
26. Wildsmith JAW. Regional anaesthesia. *Anaesthesia.* 2003;58(12):1200-3.
27. Nwawka OK, Miller TT. Ultrasound-guided peripheral nerve injection techniques. *Am J Roentgenol.* 2016;207(3):507-16.
28. van Weeren PR, Back W. Musculoskeletal disease in aged horses and its management. *Vet Clin North Am Equine Pract.* 2016;32(2):229-47.

-
29. Peterbauer C, Larenza PM, Knobloch M, Theurillat R, Thormann W, Mevissen M, Spadavecchia C. Effects of a low dose infusion of racemic and S-ketamine on the nociceptive withdrawal reflex in standing ponies. *Vet Anaesth Analg*. 2008 Sep;35(5):414-23.
 30. Abrahams MS, Aziz MF, Fu RF, Horn JL. Ultrasound guidance compared with electrical neurostimulation for peripheral nerve block: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Br J Anaesth*. 2009;102(3):408-17.
 31. Marhofer P, Greher M, Kapral S. Ultrasound guidance in regional anaesthesia. *Br J Anaesth*. 2005;94(1):7-17.
 32. Helayel PE, Conceição DB Da, Oliveira Filho GR De. Bloqueios nervosos guiados por ultra-som. *Rev Bras Anesthesiol*. 2007;57:106-23.
 33. Van Engelshoven VB, Ruzi RA, Fonseca NM, Mandim BL, Paula JS de. Bloqueios de nervos periféricos e punção venosa central guiados por ultrassom. *Rev Med Minas Gerais*. 2010;20(2,supl.3):S19-28.
 34. Curatolo M. Regional anesthesia in pain management. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2016;29(5):614-9.
 35. Futema F, Fantoni DT, Auler Junior JOC, Cortopassi SRG, Acaui A, Stopiglia AJ. Nova técnica de bloqueio do plexo braquial em cães. *Ciência Rural*. 1999;29:63-9.

-
36. Echeverry DF, Laredo FG, Gil F, Belda E, Soler M, Agut A. Ventral ultrasound-guided suprainguinal approach to block the femoral nerve in the dog. *Vet J.* 2012;192(3):333-7.
 37. Gray AT. Ultrasound-guided regional anesthesia: current state of the art. *Anesthesiology.* 2006;104(2):368-73.
 38. Juanes JA, Alonso P, Hernández F, Ruisoto P, Muriel C. Anatomical-Ultrasound Visor for Regional Anaesthesia. *J Med Syst.* 2016;40(7):158.
 39. Walker G. Transversus abdominis plane block: a note of caution!. *Br J Anaesth.* 2010;104(2):265.
 40. Lam EWH, Frerk C. Are pencil point needles the answer for peripheral neural blockade? *Anaesthesia.* 1995;50(12):1102.
 41. Jones E, Viñuela-Fernandez I, Eager RA, Delaney A, Anderson H, Patel A, Robertson DC, Allchorne A, Sirinathsinghji EC, Milne EM, MacIntyre N, Shaw DJ, Waran NK, Mayhew J, Fleetwood-Walker SM. Neuropathic changes in equine laminitis pain. *Pain.* 2007;132(3):321-31.
 42. Zbigniew J K, Dahl J, Sala Blanch X, Bargalló X, De Andrés J D V., Wartier DC, Ph D, Marhofer P, et al. Técnicas de aproximación nerviosa. Ultrasonografía aplicada a la práctica de la anestesia regional. *Anest Reg Hoy.* 2006;25(2):81-96.

43. Foxall GL, Hardman JG, Bedforth NM. Three-dimensional, multiplanar, ultrasound-guided, radial nerve block. *Reg Anesth Pain Med.* 2007;32(6):516-21.
44. Kossoff G. Basic physics and imaging characteristics of ultrasound. *World J Surg.* 2000 Feb;24(2):134-42.
45. Ilfeld BM. Continuous peripheral nerve blocks: an update of the published evidence and comparison with novel, alternative analgesic modalities. *Anesth Analg.* 2017;124(1):308-335.
46. Rawal N. Postoperative pain treatment for ambulatory surgery. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2007;21(1):129-48.
47. Ilfeld BM. Continuous peripheral nerve blocks: a review of the published evidence. *Anesth Analg.* 2011;113(4):904-25.
48. Evans H, Steele SM, Nielsen KC, Tucker MS, Klein SM. Peripheral nerve blocks and continuous catheter techniques. *Anesthesiol Clin North America.* 2005;23(1):141-62.
49. Nagy A, Bodò G, Dyson SJ, Compostella F, Barr ARS. 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 Vet J.* 2010 Sep;42(6):512-8.
50. Schumacher J, Schramme MC, Schumacher J, Degraeves FJ. Diagnostic analgesia of the equine digit. *Equine Vet Educ.* 2013;25(8):408-21.

51. Pacca S. Anestésias perineurais e regionais em equinos. *Revista de Educação Continuada do CRMV-SP*. 1998;1(1):24-30.
52. Elsharkawy H, Maheshwari A, Farag E, Mariano ER, Rosenquist RW. Development of technologies for placement of perineural catheters. *J Anesth*. 2016;30(1):138-47.
53. Meneses ACA, Maruch S, Moreira PR, Martins Neto T, Ribas WFG, Viana WA, Costa MD. Caracterização morfométrica em equinos da raça Quarto de Milha utilizados em vaquejada [internet]. In: Forum FEPEG. 24 a 27 set 2013. Disponível em: http://www.fepeg2014.unimontes.br/sites/default/files/resumos/arquivo_pdf_anais/resumo_expandido_pesquisa_1.pdf.
54. Meneses ACA, Costa MD Da, Maruch S, Moreira PR, Neto TM. Medidas lineares e angulares de animais da raça Quarto de Milha utilizados em uma prova de vaquejada. *Rev Bras Cien Vet*. 2014;21(4):256-61.
55. Rezende MPG, Abreu UGP, Souza JC, Santos SA, Ramires GG, Sitorski LG. Morfologia corporal de equinos Quarto de Milha puros e mestiços utilizados no Laço Comprido no Mato Grosso do Sul. *Arch Zootec*. 2015;64(246):183-6.
56. Rezende MPG de, Souza JC, Mota MF, Jardim RJD, Ramires GG, Silva RM, Silva RM, Souza CF. Morfometria corporal de equinos utilizados em trabalho, esporte e lazer em três municípios do Mato Grosso do Sul. *Veterinária e Zootec*. 2015;21(4):569-83.

-
57. Weller R. Anatomy of the horse. *Veterinary Record*. 2012;170:24.
58. Constantinescu, GM (Constantinescu, GM); Wilson, DA (Wilson, DA); Constantinescu, IA (Constantinescu, IA); Konig, HE (Konig H. The anatomoclinical approach to the nerves of the thoracic limb of the horse for performing nerve block anesthesia. *Wien Tierarztl Monatsschr*. 2004;91(2 S2):30-41.
59. Baccarin RYA, Brossi PM SL. Guia Ilustrado para Injeção Perineural em Membros Locomotores de Equinos. São Paulo: Vetnil; 2015.
60. Khalida Anwar M. Pathophysiology of pain. *Essentials Pediatr Anesthesiol*. 2014;62(9):324-9.
61. Teixeira M.J. Fisiopatologia da nocicepção e da supressão da dor. *JBA*. 2001;1(4):329-34.
62. Oliveira LF. Atualização em mecanismos e fisiopatologia da dor. In: Simpósio Virtual de Dor; 2001:2.
63. Gozzani JL. Fisiopatologia da dor. In: Alves Neto O. Dor: princípios e prática. Porto Alegre: Artmed; 2009. p. 14-35.
64. Rocha APC, Kraychete DC, Lemonica L, Carvalho LR de, Barros GAM de, Garcia JB dos S, *et al*. Pain: Current Aspects on Peripheral and Central Sensitization. *Rev Bras Anesthesiol*. 2007;57(1):94-105.

65. Ilfeld BM, Fredrickson MJ, Mariano ER. Ultrasound-guided perineural catheter insertion: Three approaches but few illuminating data. *Reg Anesth Pain Med.* 2010;35(2):123-6.