

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ASPECTOS RADIOGRÁFICOS E
ULTRASSONOGRAFICOS DAS REGIÕES QUE CAUSAM
CLAUDICAÇÃO NA PORÇÃO DISTAL DOS MEMBROS
TORÁDICOS DE EQUINOS**

Juan José Restrepo Bucheli

Médico Veterinário

2018

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ASPECTOS RADIOGRÁFICOS E
ULTRASSONOGRAFICOS DAS REGIÕES QUE CAUSAM
CLAUDICAÇÃO NA PORÇÃO DISTAL DOS MEMBROS
TORÁDICOS DE EQUINOS**

Juan José Restrepo Bucheli

Orientador: Prof. Dr. Paulo Aléscio Canola

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Cirurgia Veterinária.

2018

B919a	Bucheli, Juan José Restrepo Aspectos radiográficos e ultrassonográficos das regiões que causam claudicação na porção distal dos membros torácicos de equinos / Juan José Restrepo Bucheli. -- Jaboticabal, 2018 79 f. : il., tabs., fotos Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal Orientador: Paulo Alécio Canola 1. cavalos. 2. cartilagem alar. 3. ligamento colateral. 4. tendão flexor profundo dos dedos. 5. síndrome podotrocLEAR. I. Título.
-------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: ASPECTOS RADIOGRÁFICOS E ULTRASSONOGRÁFICOS DAS REGIÕES QUE CAUSAM CLAUDICAÇÃO NA PORÇÃO DISTAL DOS MEMBROS TORÁCICOS DE EQUINOS

AUTOR: JUAN JOSÉ RESTREPO BUCHELI

ORIENTADOR: PAULO ALÉSCIO CANOLA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em CIRURGIA VETERINÁRIA, pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. PAULO ALÉSCIO CANOLA

Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Dr. JAIRO JARAMILLO CÁRDENAS

Médico Veterinário Autônomo-EQUARTER / Indaiatuba/SP


Profa. Dra. LIZANDRA AMOROSO

Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 16 de outubro de 2018

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Juan José Restrepo Bucheli nasceu em Pasto – Colômbia, em dois de outubro de 1981. Coursou graduação em Medicina Veterinária na “Universidad de Nariño” – Colômbia, de janeiro de 2000 a abril de 2007. Realizou estágio em Claudicações, podologia e reabilitação do cavalo atleta na “Universidad de Buenos Aires” – Argentina de Agosto a novembro de 2008. Posteriormente, realizou um estágio em “Quirófano de la Asociación Bonaerense de Propietarios de Caballos de Carreras” – La Plata, Argentina, de janeiro de 2009 a dezembro de 2009. Uma vez finalizado o período de estágio, ficou vinculado como médico veterinário residente em “Quirófano de la Asociación Bonaerense de Propietarios de Caballos de Carreras” – La Plata, Argentina de janeiro de 2010 a novembro de 2015 onde executou múltiplas tarefas nas áreas de medicina interna e cirurgia de cavalos de esporte. Paralelamente ao seu trabalho como médico veterinário residente, desempenhou-se como médico veterinário ajudante no Serviço de Radiologia Equina do Dr. Javier Vampa – La Plata, Argentina, de abril de 2011 a setembro de 2014. Dentro do seu trabalho em “Quirófano de la Asociación Bonaerense de Propietarios de Caballos de Carreras” desempenhou-se como orientador colaborador nos Estágios curriculares dos alunos da “Universidad Nacional de La Plata” – Argentina, de outubro de 2012 a novembro de 2015. Desde agosto de 2016 é bolsista do programa “Crédito-Beca de Colfuturo”- Colômbia, bolsa outorgada para realizar estudos fora da Colômbia. Atualmente mediante esse programa realiza estudos de pós-graduação *Lato sensu* em Ortopedia Equina na “Faculdade Max Planck” – Indaiatuba – SP, e é mestrando no Programa de Pós-graduação em Cirurgia Veterinária da FCAV – Unesp, Jaboticabal – SP.

“Há algo no exterior do cavalo que faz muito bem ao interior do Homem. Os cachorros nos olham como seus deuses, os cavalos como iguais e os gatos como seus súditos. Nenhuma hora é desperdiçada se é gastada sobre uma sela de montar. Sempre tenho considerado que a substituição do cavalo pela máquina de combustão interna marcou um fato muito triste no progresso da humanidade”

Sir Winston Churchill

Político e Estadista

DEDICATÓRIA

“Para meus pais, que têm
sido os copilotos da minha
vida e o farol que ilumina
meu rumo”

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Edith e Fabio, que sempre têm estado por perto, aportando sempre com valores e construindo em mim uma vontade imensa de continuar me educando para o meu crescimento profissional e pessoal. Eles têm me dado à força para suportar a distância nos momentos de solidão.

A minha tia Fabiola, pessoa especial que Deus me deu como presente desde que eu era uma criança, e tem sido peça fundamental no meu projeto de vida; além de sempre me ajudar economicamente quando preciso, tem sido uma segunda mãe para mim.

Ao Dr. Pedro Ive, que tem sido parte fundamental na minha formação profissional, sendo um exemplo como cirurgião de cavalos, e como chefe. Passei os melhores anos da minha vida sendo seu empregado. “Clínica Quirúrgica Equina” foi minha escola e Pedro, meu mestre.

Ao Dr. Javier Vampa, sem ele não teria aprendido tanto de Radiologia Equina. Os anos de ensino e trabalho ao seu lado me deram vantagens infinitas no diagnóstico por imagem.

Ao Dr. Avelino Castellanos, uma das primeiras pessoas que me deu a confiança no exercício da clínica de cavalos de corridas. Para você toda minha gratidão.

À Dra. Marta Ines Monina, um exemplo como médica veterinária, e uma colega com quem tenho podido compartilhar dúvidas sempre que precisei. Tenho a sorte de contar também com sua amizade e sou grato por isso.

Ao Dr. Alberto Garcia Liñeiro. Foi com você que comecei meu rumo fora da Colômbia. Sou grato pelo aprendizado durante meu estágio em Buenos Aires.

Aos funcionários do Hospital de Grandes Animais e do setor de Equinocultura da FCAV – Unesp, Jaboticabal, por sempre terem sido amáveis e prestativos nos momentos em que precisei.

Ao Prof. Dr. Guilherme Ferraz e a sua orientada Júlia Carvalho. Agradeço pela boa disposição sempre quando precisei dos cavalos para realização do meu estudo. Através do planeamento e coordenação, conseguimos conduzir meu estudo sem prejuízo aos demais.

Aos residentes do setor de Grandes Animais e do serviço de Ultrassonografia, por toda a ajuda durante a execução do estudo. Graças a vocês consegui coordenar a utilização dos equipamentos e registrar as informações dos casos clínicos incluídos no projeto de pesquisa.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Paulo Aléscio Canola, por sempre ter se mostrado interessado em me ajudar, ainda antes de iniciar os estudos de mestrado, quando fiz o primeiro contato com a Faculdade. Uma vez iniciados os estudos de mestrado, encontrei em você um guia e um amigo. Sou muito grato por sua ajuda, incondicional, sempre quando precisei.

À Yasmin Marangoni, por seu grande aporte nos conselhos e correções na gramática e ortografia do trabalho. Obrigado por fazer parte da minha caminhada neste belo país.

SUMARIO

	Página
LISTA DE ABREVIATURAS.....	vi
LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE QUADROS.....	xv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Anatomia ligamentar da região distal do dígito.....	3
2.2. Dor palmar.....	5
2.3. Dissipação da energia.....	8
2.3.1. Cartilagens alares.....	8
2.3.2. Coxim digital	10
2.4. Calcificação das cartilagens alares.....	13
2.4.1. Definição.....	13
2.4.2. Escala de Ruohoniemi	14
2.5. Ligamentos colaterais da articulação interfalângica distal	15
2.5.1. Anatomia e biomecânica.....	15
2.5.2. Lesões dos LCs-AIFD.....	18
2.6. Estruturas ligamentares e tendíneas em F ₁ e F ₂	19
2.6.1. Ligamentos sesamoideos distais	19
2.6.2. Desmite dos ligamentos sesamoideos	20
2.6.3. Tendão flexor superficial dos dedos	21
2.6.4. Tendão flexor profundo dos dedos	21
2.6.5. Bainha tendínea digital sinovial	22
2.7. Estruturas dentro do estojo córneo.....	22
2.7.1. Anatomia e biomecânica.....	22
3. OBJETIVOS.....	24
3.1. Objetivo geral.....	24
3.2. Objetivos específicos.....	24
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	25
4.1. Animais.....	25
4.2. Preparo dos animais.....	26
4.3. Avaliação radiográfica	28
4.4. Avaliação ultrassonográfica.....	29
4.5. Análise estatística.....	36
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5.1. Ligamentos colaterais da articulação interfalângica distal	37
5.2. Calcificação das cartilagens alares.....	42
5.3. Correspondência entre a CCA e lesão do LC-AIFD.....	44
5.4. Tendão flexor profundo dos dedos	46
5.5. Ligamento sesamoideo distal ímpar	57
5.6. Coxim digital	69
5.7. Ligamento sesamoideo reto.....	60
5.8. Ligamentos sesamoideos oblíquos.....	62

5.9. Correspondência entre as estruturas na porção distal do dígito.....	65
6. CONCLUSÕES.....	68
7. REFERÊNCIAS.....	69

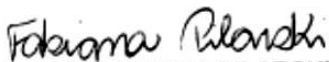
CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado **"Desmopatias e tendinopatias no aspecto distal dos membros torácicos de equinos"**, protocolo nº 019288/2017, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Paulo Alêscio Canola, 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) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de junho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado *"Ad referendum"* pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP.

Vigência do Projeto	15/01/2018 a 31/07/2018
Espécie / Linhagem	Equino
Nº de animais	10 a 20
Peso / Idade	350 a 500 kg
Sexo	Ambos os sexos
Origem	Animais patrimoniados da FCAV/Unesp e Rotina hospitalar do Hospital Veterinário Governador Laudo Natel

Jaboticabal, 08 de janeiro de 2018.


Profa Drª FABIANA PILARSKI
 Coordenadora – CEUA

ASPECTOS RADIOGRÁFICOS E ULTRASSONOGRÁFICOS DAS REGIÕES QUE CAUSAM CLAUDICAÇÃO NA PORÇÃO DISTAL DOS MEMBROS TORÁICOS DE EQUINOS

RESUMO - O dígito do membro torácico recebe estresse, produto de inúmeros fatores relacionados à movimentação. Dentre as estruturas que compõe o aparelho locomotor, os tendões e ligamentos recebem as maiores tensões. Neste sentido, a ultrassonografia torna-se uma ferramenta importante na avaliação das lesões nessas estruturas, principalmente em se tratando das estruturas no estojo córneo. Pelo presente, buscou-se avaliar a incidência de lesões na porção distal dos membros torácicos de equinos, com sinais de claudicação, por meio da ultrassonografia. Adicionalmente, avaliou-se a incidência de calcificação das cartilagens alares pela radiografia. Foram avaliados 15 cavalos adultos, de raças variadas e ambos os sexos, com idade entre quatro e 14 anos, e peso entre 400 a 550 kg, com sinais de dor palmar. Após tricotomia do dígito se realizou o registro ultrassonográfico longitudinal e transversal das estruturas palmares, a partir da falange proximal (F₁) até a falange distal (F₃), com transdutor linear multifrequencial de 7,5 -10 -12 MHz. Foram registradas as imagens transversais e longitudinais dos dois ligamentos colaterais da articulação interfalângica distal, sobre a borda coronária, na superfície dorsomedial e dorsolateral dos dígitos. A abordagem transcuneal foi realizada após casqueamento e nivelamento da ranilha. Foram obtidas radiografias dorsopalmares na busca de ossificação das cartilagens alares, e posterior medição para graduação, segundo escala de Ruohoniemi. Em 93,33% dos cavalos observou-se lesão em pelo menos um ligamento colateral da articulação interfalângica distal, acompanhada de ossificação das cartilagens alares grau 2, em 58% dos animais. Estruturas palmares como os ligamentos sesamoideos oblíquos (46,66%) e ligamento sesamoideo reto (53,33%) também apresentaram sinais ultrassonográficos de lesão. Foram evidenciadas lesões suprasesamoideas, sesamoideas e infrasesamoideas no tendão flexor profundo dos dedos. Só foi evidente a correspondência entre o grau 1 e 3 de calcificação da cartilagem alar e a desmopatia do ligamento colateral da articulação interfalângica distal, caracterizada por perda do padrão ultrassonográfico e áreas de fibrose ou mineralização. Sempre que houve calcificação severa, foi evidente a lesão no osso navicular e estas foram acompanhadas de desmopatias do ligamento sesamoideo distal ímpar. As desmopatias dos ligamentos colaterais da articulação interfalângica distal, nem sempre guardam correspondência com a calcificação da cartilagem alar ipsilateral. Quando a calcificação das cartilagens alares é severa, pode alterar a capacidade de amortecimento do dígito e a saúde do aparelho navicular.

Palavras-chave: cavalos, cartilagem alar, ligamento colateral, tendão flexor profundo dos dedos, síndrome podotrocLEAR.

RADIOGRAPHIC AND ULTRASONOGRAPHIC ASSESSMENT OF THE DISTAL FORELIMB IN LAME HORSES

ABSTRACT – The digits on equine forelimbs withhold a great variability of weight overload, mainly caused by motion. Bones are linked through tendons and ligaments, which receive the greatest loads during the different phases of the stride. Ultrasound has become an important aid on evaluating these structures, since they are highly prone to lesion. To that purpose, we ought to evaluate tendinous and ligamentous lesions associated to distal limb lameness in horses by ultrasonographic examination of the distal limb. Furthermore, we studied the incidence of ungular cartilages ossification through radiographic examination. Fifteen adult horses, males and females of different breeds, aging between four and 14 years and weighting 400kg to 550kg, presenting signs of lameness related to the distal limb were included on the study. Following clipping of the hair and skin cleansing of the distal portion of both forelimbs (below metacarpophalangeal joint), an ultrasound examination of the palmar portion was carried out by using a multifrequencial transducer (7.5-10-12 MHz). Tendinous and ligamentous structures were assessed on longitudinal and transversal planes. Collateral ligaments of the distal interphalangeal joints were also evaluated at the dorsal aspect of the limb, over the coronary band of the hoof. Additionally, transcuneal examination was performed following trimming the hoof and levelling the frog. After completion of ultrasonographic examination, dorsopalmar radiographs of both forelimbs were taken in order to grade ossification of the ungular cartilages by using the Ruohoniemi scale. 93,33% of the horses presented ultrasonographic signs of lesion in at least one collateral ligament of the distal interphalangeal joint; ossification of the ungular cartilage grade 2 was perceived in 58% of the horses. Palmar structures such as oblique sesamoidean ligaments (46,66%), straight sesamoidean ligament (53,33%) also presented ultrasonographic signs of disruption. Suprasedamoidean, sesamoidean and infrasedamoidean lesions were observed on the deep digital flexor tendon. There was correspondence between the grade 1 and 3 of the ossification of the ungular cartilages and the desmopathy of the collateral ligament of the distal interphalangeal joint, characterized by loss of the echographic pattern and the presence of fibrotic or mineralized areas. Even the ossification was severe, it was accompanied by injuries in the navicular bone. In addition, the navicular injuries were accompanied by desmopathies of the distal sesamoid impar ligament. The desmopathies of the collateral ligaments of the distal interphalangeal joint, does not always have correspondence relationship with the ossification of the ipsilateral ungular cartilage. When the ossification of the ungular cartilages is severe, can disturb the ability of the digit to dampen, and the navicular apparatus health.

Key words: equine, collateral ligaments, deep digital flexor tendon, podotrochlear syndrome, ungular cartilages.

LISTA DE ABREVIATURAS

AIFD – Articulação interfalângica distal.
AST – Área de secção transversa.
BTDS – Bainha tendínea digital sinovial.
COS – Centro de calcificação separado.
LADD – Ligamento anular digital distal.
LADP – Ligamento anular digital proximal.
LAP – Ligamento anular palmar.
LCL – Ligamento colateral lateral.
LCM – Ligamento colateral medial.
LCs – Ligamentos colaterais.
LCs-AIFD – Ligamentos colaterais da articulação interfalângica distal.
LSC – Ligamento sesamoideo curto.
LSCs – Ligamentos sesamoideos curtos.
LSCr – Ligamento sesamoideo cruzado.
LSCrs – Ligamentos sesamoideos cruzados.
LSD – Ligamentos sesamoideos distais.
LSDI – Ligamento sesamoideo distal ímpar.
LSR – Ligamento sesamoideo reto.
LSObs – Ligamentos sesamoideos oblíquos.
MHz – Megahertz.
CCA – Calcificação das cartilagens alares.
F₁ – Falange proximal.
F₂ – Falange média.
F₃ – Falange distal.
TFPD – Tendão flexor profundo dos dedos.
TFSD – Tendão flexor superficial dos dedos.

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 – Principais alterações ultrassonográficas observadas na porção suprasesamoideana do tendão flexor profundo dos dedos (TFPD) dos membros torácicos de 15 animais com sinais clínicos de dor palmar. Jaboticabal – SP, 2018.....	30
Tabela 2 – Alterações estruturais observadas à avaliação ultrassonográfica do ligamento sesamoideo reto (LSR) dos membros torácicos de 15 animais com sinais clínicos de dor palmar. Jaboticabal – SP, 2018.....	31
Tabela 3 – Alterações estruturais observadas à avaliação ultrassonográfica dos ligamentos sesamoideos oblíquos (LSObs) dos membros torácicos de 15 animais com sinais clínicos de dor palmar. Jaboticabal – SP, 2018.....	31
Tabela 4 – Escala de classificação proposta por Restrepo e Canola (2018), para designar as alterações observadas à avaliação ultrassonográfica dos ligamentos colaterais da articulação interfalângica distal (LCs-AIFD) de 15 animais com sinais clínicos dor palmar. Jaboticabal – SP, 2018.....	33
Tabela 5 – Descrição e distribuição, segundo a região anatômica, das principais alterações observadas no tendão flexor profundo dos dedos (TFPD), após avaliação ultrassonográfica transcuneal dos membros torácicos de 15 equinos. Jaboticabal – SP, 2018.....	35
Tabela 6 – Espessura do coxim digital mensurada mediante abordagem transcuneal de ambos membros torácicos de equinos com sinais de claudicação do membro torácico distal. Jaboticabal – SP, 2018.....	59

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 – Cartilagens alares e os ligamentos que servem de ancoragem às diferentes estruturas no dígito equino. A. Vista lateral. B. Vista dorsal. C. Vista Palmar. CC – Ligamento condroconpedal; CCo – ligamento condrocoronal; CU – ligamento condroungular; CS – ligamento condrosesamoideo. Fonte: Arquivo pessoal. Jaboticabal – SP, 2018.....	4
Figura 2 – Vista palmar do dígito mostrando o ligamento entre o tendão flexor profundo dos dedos (TFPD) e as cartilagens alares. 1 – Ligamento; Laranja – TFPD; Azul – tendão flexor superficial dos dedos. Amarelo – Ligamento anular digital proximal e distal. Arquivo pessoal. Jaboticabal – SP, 2018.....	5
Figura 3 – Conformação do dígito de A – Quarto de milha; B – Warmblood; C – Puro sangue inglês. Fonte: Arquivo pessoal. Jaboticabal – SP, 2018.....	7
Figura 4 – Distribuição do sistema dissipador da energia no dígito equino. 1 – Cartilagens alares; 2 – tendão flexor profundo dos dedos (TFPD); 3 – coxim digital e rede vascular; 4 – falange distal (F ₃). Fonte: Arquivo pessoal. Jaboticabal – SP, 2018.....	9
Figura 5 – Forças atuantes nas cartilagens alares na fase de apoio do dígito equino. Setas laranjas – compressão da coluna óssea; setas azuis – pressão sobre a cunha córnea; setas verdes – abdução das cartilagens alares. Fonte: arquivo pessoal. Jaboticabal – SP, 2018.....	11
Figura 6 – Escala de classificação do grau de calcificação da cartilagem alar segundo Ruohoniemi. Grau 0: Sem calcificação, inclinação sagital, Grau 1: Calcificação até o nível do espaço articular palmar da falange distal. Grau 2: Calcificação proximal ao espaço palmar articular da falange distal. Grau 3: Calcificação até a borda proximal do osso navicular. Grau 4: Calcificação proximal ao osso navicular, até a metade distal da segunda falange. Grau 5: Calcificação superando a metade da falange media. Roxo: falange proximal. Verde: falange media. Amarelo: falange distal. Laranja: osso sesamoide distal. Adaptado de Ruohoniemi et al., 1993; Hedenström et al., 2014.....	15
Figura 7 – Biomecânica dos ligamentos colaterais da articulação interfalângica distal. A. Fases do apoio: 1 – recepção; 2 – metade do apoio; 3 – propulsão. B. Movimento de rotação e “lateromotion”. (Vermelho – local com estresse; azul – local sem estresse). Fonte: arquivo pessoal. Jaboticabal – SP, 2018.....	17

Figura 8 –	Biomecânica do tendão flexor profundo dos dedos dentro do estojo córneo durante as fases do apoio: 1 – recepção; 2 – metade do apoio; 3 – propulsão. (Vermelho – local com estresse; azul – local sem estresse). Fonte: arquivo pessoal. Jaboticabal – SP, 2018.....	23
Figura 9 –	A. Vista lateral do dígito equino, após tricotomia e imagem lateral das estruturas a serem avaliadas ultrassonograficamente. B. Vista palmar do dígito equino, após tricotomia e imagem palmar das estruturas a serem avaliadas ultrassonograficamente. Azul: Tendão flexor superficial dos dedos. Laranja: Tendão flexor profundo dos dedos. Vermelho: Ligamento sesamoideo reto. Roxo: Ligamentos sesamoideos oblíquos. Amarelo: Ligamento anular digital palmar proximal e distal. Verde: Ligamento colateral latera da articulação interfalângica distal. Fonte: Arquivo pessoal. Jaboticabal – SP, 2018.....	26
Figura 10 –	A. Superfície solear do casco após realização de casqueamento e preparo da ranilha, anteriormente à avaliação das estruturas localizadas no interior do estojo córneo mediante abordagem transcuneal. B. Umidificação prévia ao exame ultrassonográfico da superfície solear do casco. Jaboticabal – SP, 2018.....	28
Figura 11 –	Radiografia dorso-palmar a 0° do membro torácico direito. A silhueta óssea do osso navicular está identificada com um traço pontilhado. A linha vermelha indica um grau 3 de calcificação na escala de Ruohoniemi, sobre o centro de calcificação principal das cartilagens alares (CCA), enquanto a linha verde indica um grau 5 de CCA na escala de Ruohoniemi sobre os centros de calcificação separados (CCS). Jaboticabal – SP, 2018.....	29
Figura 12 –	Regiões anatômicas avaliadas no exame ultrassonográfico do aspecto palmar dos dígitos dos membros torácicos, em cortes ortogonais (sagital e transversal). F ₁ – falange proximal; F _{1A} – porção proximal de F ₁ ; F _{1B} – porção média de F ₁ ; F _{1C} – porção distal de F ₁ ; F ₂ – falange média. Arquivo pessoal, Jaboticabal – SP, 2018.....	30
Figura 13 –	Corte transversal do dígito de equino, na altura da borda coronária, e analogia entre a posição dorsolateral e dorsomedial dos ligamentos colaterais da articulação interfalângica distal (LCs-AIFD) e as horas do relógio. Dorsal para cima. Vermelho: 10 e 2 horas. Fonte: Arquivo pessoal. Jaboticabal – SP, 2018.....	32

- Figura 14 –** Avaliação ultrassonográfica dos ligamentos colaterais da articulação interfalângica distal. **A.** Corte transversal com angulação proximodistal - distoproximal do transdutor. **B.** Corte sagital com angulação dorsopalmar – palmarodorsal. Fonte: Arquivo pessoal. Jaboticabal – SP, 2018..... 33
- Figura 15 –** **A.** Corte sagital de peça anatômica, na região a ser avaliada na abordagem transcuneal do dígito equino. Adaptado: Denoix, 2000. Linha pontilhada Vermelha: tendão flexor profundo dos dedos; Verde: ligamento sesamoideo distal ímpar; Azul: face flexora do osso sesamoideo distal (navicular); Amarelo: superfície palmar da falange distal. **B₁.** Imagem ultrassonográfica sagital transcuneal em peça anatômica. **B₂.** Imagem ultrassonográfica mostrada em **B₁**, indicando os limites anatômicos das estruturas discriminadas em **A.** Jaboticabal – SP, 2018..... 34
- Figura 16 –** **A.** Imagem ultrassonográfica sagital transcuneal do membro torácico de um equino. **B.** Imagem **A.**, mostrando os limites anatômicos desde onde foi mensurada a espessura do coxim digital (linha verde). Linha pontilhada azul – ligamento anular digital distal; linha pontilhada amarela – superfície solar do coxim digital. Jaboticabal – SP, 2018..... 35
- Figura 17 –** Principais alterações estruturais dos ligamentos colaterais da articulação interfalângica distal (LCs-AIFD), observadas à ultrassonografia de 15 animais com sinais clínicos de dor palmar. **A.** Vista sagital (esquerda) e longitudinal (direita) de ligamento colateral com perda do padrão ecográfico. **B.** Desmite do ligamento colateral lateral (comparativo com ligamento medial mediante pontilhado vermelho). **C.** Vista transversal de ligamento colateral mostrando áreas hiperecogênicas compatíveis com fibrose ou mineralização (seta). **D.** Vista sagital da inserção proximal do ligamento colateral mostrando sinais de entesopatia. **E.** Vista sagital da inserção proximal do ligamento colateral evidenciando sinais de avulsão e presença de enteseófito (seta). (Corte sagital: proximal – esquerda; distal – direita. Corte transversal: medial – esquerda; lateral – direita). Jaboticabal – SP, 2018..... 38
- Figura 18 –** Caracterização e distribuição das alterações identificadas à avaliação ultrassonográfica dos 60 ligamentos colaterais da articulação interfalângica distal (LCs-AIFD) de 15 animais com sinais clínicos de dor palmar. Jaboticabal – SP, 2018..... 40

Figura 19 – Distribuição das alterações ultrassonográficas dos ligamentos colaterais laterais (LCL-AIFD) e mediais (LCM-AIFD) de 15 animais com sinais clínicos de dor palmar, segundo escala proposta por Restrepo e Canola (2018). Jaboticabal – SP, 2018.....	41
Figura 20 – Vista dorsopalmar a 0°, evidenciando calcificação das cartilagens alares em 15 cavalos com sinais clínicos de dor palmar, segundo escala de graduação proposta por Ruohoniemi et al. (1993). A. Calcificação simétrica grau 1 (linha vermelha); B. Calcificação simétrica grau 2 (linha vermelha); C. Calcificação assimétrica grau 2 (linha verde) e grau 3 (linha vermelha); D. Calcificação assimétrica grau 4 (linha verde) e grau 5 (linha vermelha). Jaboticabal – SP, 2018.....	42
Figura 21 – Incidência de calcificação das cartilagens alares, segundo escala de graduação proposta por Ruohoniemi et al. (1993), após radiografia dorsopalmar a 0° dos dígitos nos membros torácicos de 15 animais com sinais clínicos de dor palmar. Jaboticabal – SP, 2018.....	43
Figura 22 – Regiões anatômicas do tendão flexor profundo dos dedos (TFPD) avaliadas mediante ultrassonografia. A. Vista lateral do dígito. B. Vista palmar do dígito. Amarelo – região suprasesamoidea; vermelho – região sesamoidea; verde – região infrasesamoidea. Fonte: Arquivo pessoal. Jaboticabal – SP, 2018.....	47
Figura 23 – Alterações ultrassonográficas observadas na porção suprasesamoidea do tendão flexor profundo dos dedos (TFPD) em 15 cavalos com sinais clínicos de dor palmar. A. Assimetria discreta do lobo lateral do TFPD, com presença de lesão marginal no mesmo lobo (seta) e distensão da bainha tendínea digital sinovial; B. Aumento de ecogenicidade do lobo medial do TFPD, com presença de áreas hiperecogênicas, compatíveis com mineralização ou fibrose (setas) e distensão mais pronunciada da bainha tendínea digital sinovial; C. Perda da arquitetura tendínea no membro torácico esquerdo. (Corte transversal: medial – esquerda; lateral – direita) Jaboticabal – SP, 2018.....	49
Figura 24 – Distribuição das alterações observadas no tendão flexor profundo dos dedos (TFPD), à avaliação ultrassonográfica da região suprasesamoideana dos membros torácicos de nove dos 15 equinos com sinais clínicos de dor palmar. Jaboticabal – SP, 2018.....	50

- Figura 25 –** Corte transversal do tendão flexor profundo dos dedos sobre a região F_{1B}, com presença de fibrose e mineralização, perda da arquitetura, distensão da bainha tendínea digital sinovial, assimetria dos lobos do TFPD e aderência entre o lobo medial e a porção medial do TFSD. A. focos hiperecogênicos no interior do lobo medial do TFPD; B. Borda irregular do lobo medial do TFPD. (Vista transversal: medial – esquerda; lateral – direita. Jaboticabal – SP, 2018..... 51
- Figura 26 –** A. Avaliação ultrassonográfica transcuneal (corte sagital) de equino apresentando sinais clínicos de dor palmar no membro torácico esquerdo. B. Demarcação das alterações presentes em A., observando-se perfil palmar ondulado do tendão flexor profundo dos dedos (TDFP) (linha pontilhada), acompanhada de erosão da fascies flexora do osso navicular e espessamento do osso subcondral (seta) (Corte sagital: palmar – esquerda; dorsal – direita). Jaboticabal – SP, 2018..... 53
- Figura 27 –** Distribuição das alterações observadas no tendão flexor profundo dos dedos (TFPD), à avaliação ultrassonográfica da região sesamoideana dos membros torácicos de quatro dos 15 equinos com sinais clínicos de dor palmar. Jaboticabal – SP, 2018..... 54
- Figura 28 –** Distribuição das alterações observadas no tendão flexor profundo dos dedos (TFPD), à avaliação ultrassonográfica da região infrasesamoideana dos membros torácicos de cinco dos 15 equinos com sinais clínicos de dor palmar. Jaboticabal – SP, 2018..... 55
- Figura 29 –** Abordagem transcuneal da porção infrasesamoideana do tendão flexor profundo dos dedos (TFPD). A. Corte sagital, com transdutor linear de 7,5MHz, evidenciando superfície irregular (setas) da face solear da falange distal, compatível com entesopatia do TFPD. B. Corte sagital com transdutor microconvexo de 8,0 MHz, evidenciando uma lesão focal no interior do TFPD (seta). C. Corte sagital, com transdutor linear de 7,5 MHz, evidenciando perfil palmar convexo do TFPD (seta), compatível com espessamento do tendão. (Sagital: palmar – esquerda; dorsal – direita). Jaboticabal – SP, 2018..... 56

- Figura 30** – Avaliação ultrassonográfica transcuneal de equinos com sinais clínicos de dor palmar nos membros torácicos. A. Presença de lesão focal hipoecogênica no ligamento sesamoideo distal ímpar (LSDI) (seta). B. Enteseófito na inserção do LSDI, na face solear da falange distal (seta). C. Espessamento do osso subcondral do osso navicular (asterisco) e perfil palmar convexo do LSDI, compatível com espessamento do ligamento (seta). (Sagital: palmar – esquerda; dorsal – direita). Jaboticabal – SP, 2018..... 57
- Figura 31** – Distribuição das alterações observadas no ligamento sesamoideo distal ímpar (LSDI), à avaliação ultrassonográfica da região infrasesamoideana dos membros torácicos de quatro dos 15 equinos com sinais clínicos de dor palmar. Jaboticabal – SP, 2018..... 58
- Figura 32** – Principais alterações observadas à avaliação ultrassonográfica do ligamento sesamoideo reto (LSR) de oito dos 15 animais com sinais clínicos de dor palmar. A. Lesão focal hipoecogênica do LSR (setas), (esquerda – corte transversal; direita – corte sagital). B. Corte transversal evidenciando desmopatia do LSR no membro torácico esquerdo em relação ao ligamento contralateral. C. Corte transversal evidenciando presença de padrão heterogêneo no LSR. (Corte trasversal: medial – esquerda; lateral – direita. Corte sagital: proximal: esquerda; distal – direita). Jaboticabal – SP, 2018..... 61
- Figura 33** – Distribuição das alterações observadas no ligamento sesamoideo reto (LSR), à avaliação ultrassonográfica da região infrasesamoideana dos membros torácicos de nove dos 15 equinos com sinais clínicos de dor palmar. Tipos de lesão: 1 – hipoecogenicidade; 2 – áreas de mineralização e fibrose; 3 – espessamento ou sinais de desmite; 4 – perda do padrão de fibras (padrão heterogêneo). Jaboticabal – SP, 2018..... 62

Figura 34 – Principais alterações observadas à avaliação ultrassonográfica dos ligamentos sesamoideos oblíquos (LSObs) de sete dos 15 animais com sinais clínicos de dor palmar. **A.** Corte sagital de dois LSObs evidenciando padrão heterogêneo e ruptura de fibras (seta) no LSOB lateral (esquerda) e sinais de entesopatia (seta) na inserção proximal do LSOB medial (direita). **B.** Corte sagital do LSOB evidenciando área hiperecogênica compatível com fibrose ou mineralização. **C.** Corte sagital do LSOB evidenciando presença de enteseófito na inserção proximal (seta). **D.** Corte transversal evidenciando o aumento de tamanho e perda de ecogenicidade do LSOB medial (seta). **E.** Corte longitudinal demonstrando foco hiperecogênico compatível com enteseófito na inserção dos LSObs. (Sagital: proximal – esquerda; distal – direita. Transversal: medial – esquerda; lateral – direita). Jaboticabal – SP, 2018.....

64

Figura 35 – Incidência de alterações diagnosticadas nos ligamentos sesamoideos oblíquos (LSObs), evidenciadas à avaliação ultrassonográfica de sete dos 15 equinos com sinais de claudicação relacionados à porção distal dos membros torácicos. Tipos de lesão: 1 – aumento de tamanho; 2 – padrão heterogêneo e ruptura de fibras; 3 – fibrose ou mineralização; 4 – entesopatia na inserção proximal; 5 – enteseófito proximal; 6 – enteseófito distal. Jaboticabal – SP, 2018.....

65

LISTA DE QUADROS

	Página
Quadro 1 – Mapa perceptual da análise de correspondência múltipla entre o grau de calcificação das cartilagens alares (Ruohoniemi et al., 1993) e alteração ultrassonográfica ipsilateral do ligamento colateral da articulação interfalângica distal (Restrepo e Canola, 2018), dos membros torácicos de 15 equinos com sinais clínicos de dor palmar. Jaboticabal – SP, 2018.....	45
Quadro 2 – Mapa perceptual da análise de correspondência múltipla entre as lesões identificadas à exploração radiográfica e ultrassonográfica dos membros torácicos de 15 animais com sinais clínicos de dor palmar. Jaboticabal – SP, 2018.	67

1. INTRODUÇÃO:

O dígito do cavalo é o produto de anos de evolução em uma espécie que precisa se movimentar constantemente e rapidamente para não ser predada. Bridges em 1752, no seu tratado “No Foot, No Horse”, vinculou as mudanças no osso sesamoide distal (navicular), ligamentos colaterais do navicular, ligamento sesamoideo distal ímpar, bursa do navicular e tendão do flexor profundo dos dedos nas gênesis da claudicação crônica dos membros torácicos. Já em 1775, o cavaleiro alemão Von Sind descreveu o navicular como “pequeno osso com forma de lançadeira que pode ser lesionado no dígito do cavalo” (Pollit, 2016). Somente no início do século XIX, na Inglaterra e no resto da Europa, cirurgiões veterinários e ferradores começaram a vincular a doença do navicular como causa de claudicação no equino (Pollit, 2016).

Além das estruturas ósseas, o dígito é integrado por tendões e ligamentos, os quais são submetidos a fenômenos de estresse próprios da velocidade, inércia e do peso do cavalo. Para diminuir o efeito desse estresse, o cavalo desenvolveu, dentro do estojo córneo, um sistema de dissipação da energia, formado pelo coxim digital e as cartilagens alares (Bowker, 1998).

As cartilagens alares podem apresentar processos de calcificação de significância clínica incerta (Sherlock e Mair 2006). Sabe-se que, por vezes, terminam alterando a distribuição normal da energia, potencializando o risco de ocorrência de lesões nos tecidos moles circunvizinhos, seja por transmissão da vibração por entre os ligamentos que ancoram as cartilagens ao dígito, ou devido ao atrito direto com estruturas próximas (Ruohoniemi et al., 1997).

O incremento da qualidade dos aparelhos de imagem, tais como o ultrassom, permitiu a obtenção de diagnósticos mais precisos relacionados às estruturas digitais. A partir disso, observou-se que o termo “síndrome” para designação da dor (e claudicação) de origem podal estava obsoleto (Dyson, 2011). A evolução dos meios diagnósticos, conforme mencionado, também possibilitou a realização de novas abordagens diagnósticas, como a ultrassonografia transcuneal. Por meio

desta, foi possível à avaliação da porção sesamoidea e infrasesamoidea do dígito (Busoni e Denoix, 2001; Kristorffersen e Thoenfer, 2003).

O valor de um cavalo está diretamente relacionado à saúde do seu aparelho locomotor. Os tendões e ligamentos que fazem parte do dígito podem sofrer alterações em sua arquitetura, produto das atividades às quais são expostos. A condução de um exame ultrassonográfico sistemático da porção distal do dígito permite avaliar estas estruturas em detalhe. Além disso, por meio da avaliação radiográfica das estruturas dissipadoras da força (cartilagens alares), faz-se possível relacionar as alterações radiográficas, como a presença de calcificação das cartilagens alares, com os achados ultrassonográficos da porção distal do dígito.

Levando em consideração que a calcificação das cartilagens alares produza distorção na distribuição da carga exercida sobre o dígito, consequentemente, incorrendo em maior estresse nas estruturas circunvizinhas, predispondo-as à lesão, o estudo da associação entre os achados radiográficos e ultrassonográficos da porção distal do dígito, nos permitiria prever quais alterações teciduais relacionada à dor digital de origem distal estariam mais propensas a ocorrer em face à constatação de calcificação das cartilagens alares. Deste modo, pode-se avaliar a implicação desta alteração anatômica, até algum tempo atrás tida como um “achado radiográfico”, na ocorrência da dor digital dos equinos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Anatomia ligamentar da região distal do dígito:

A capacidade funcional das estruturas anatômicas albergadas dentro do estojo córneo do dígito depende de ligamentos que ajudam na interligação e ancoragem das mesmas. Dois ligamentos colaterais curtos e fortes localizados simetricamente nos aspectos dorsolateral e dorsomedial da banda coronária permitem interligar a falange distal (F_3), desde sua fossa colateral, à falange média (F_2), na fossa colateral correspondente, formando a articulação interfalângica distal (Barone, 2000).

Além das duas falanges, suportadas pelos ligamentos colaterais, a articulação interfalângica distal compreende o osso sesamoide distal (osso navicular), seus respectivos ligamentos colaterais e o ligamento sesamoideo distal ímpar (Dyson, 2011). O osso navicular é suportado no aspecto caudal da articulação interfalângica distal por um forte sistema suspensor elástico. Este permite manter um ângulo de inserção constante, o qual favorece a interação mecânica entre o tendão flexor profundo dos dedos e a falange distal (Redding, 2009).

Os ligamentos colaterais do osso navicular se originam na superfície distal da falange proximal (F_1). Por sua vez, prolongam-se em direção palmarodistal enquanto se unem à falange média para, posteriormente, se inserirem nas extremidades do osso navicular (Redding, 2009). O ligamento sesamoideo distal ímpar se origina no aspecto distal palmar do osso navicular. Sua inserção se dá no aspecto palmar da superfície solar da falange distal (Dyson, 2010). Sua função, como parte do aparelho podotrocLEAR, é estabilizar a articulação interfalângica distal durante a propulsão do dígito (Denoix, 1994).

Por sua vez, as cartilagens alares se ligam às estruturas vizinhas no dígito por meio de pequenos ligamentos que as ancoram ao coxim digital, falanges proximal, média e distal, e osso navicular (Dyson e Nagy, 2011). Os ligamentos condroungulares medial e lateral se prolongam desde a porção distal das cartilagens até o ângulo da falange distal (König e Liebich, 2016). Os ligamentos

condrocoronais medial e lateral se conectam ao polo dorsal das cartilagens, à falange media e aos ligamentos colaterais da articulação interfalângica distal (König e Liebich, 2016). Os ligamentos condrocompedais se localizam entre a extremidade distal da falange proximal, a face palmaroproximal da falange distal e às cartilagens (König e Liebich, 2016). Os ligamentos condrosesamoideos medial e lateral conectam as cartilagens aos lados correspondentes do osso navicular (König e Liebich, 2016). Por sua vez, os ligamentos condroungulares cruzados, que se prolongam a partir das faces axiais das cartilagens até a extremidade palmar do ângulo oposto da falange distal (König e Liebich, 2016) (Figura 1).

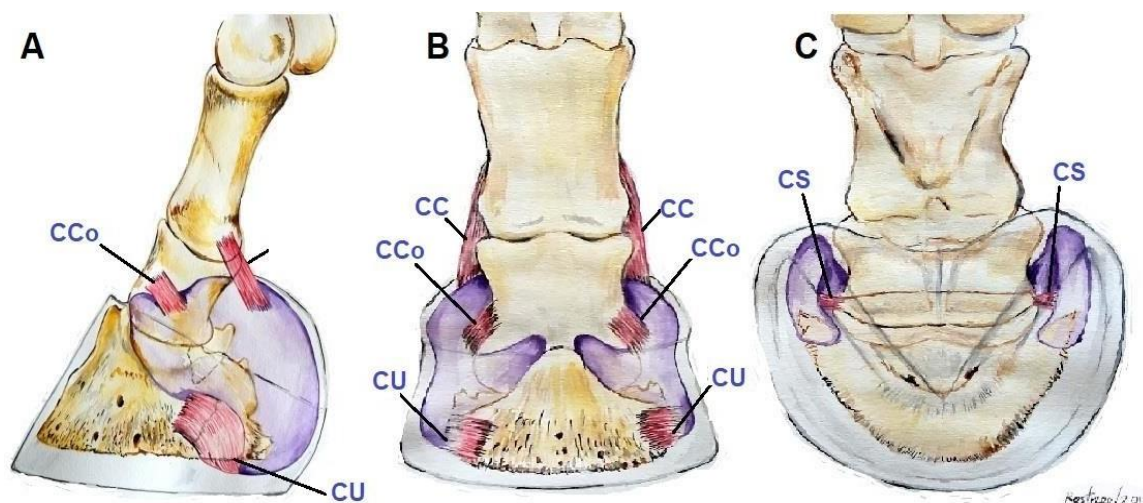


Figura 1 – Cartilagens alares e os ligamentos que servem de ancoragem às diferentes estruturas no dígito equino. A. Vista lateral. B. Vista dorsal. C. Vista Palmar. CC – Ligamento condrocompedal; CCo – ligamento condrocoronal; CU – ligamento condroungular; CS – ligamento condrosesamoideo. Fonte: Arquivo pessoal. Jaboticabal – SP, 2018.

Descreve-se ainda a presença do ligamento condropulvinar, constituído de fibras localizadas entre a face axial das cartilagens e o coxim digital (König e Liebich, 2016). Adicionalmente, existe um ligamento fibrocartilaginoso, com espessura variável, sendo maior em membros torácicos, localizando-se entre a cartilagem e o tendão flexor profundo dos dedos (Bowker, 2003) (Figura 2).

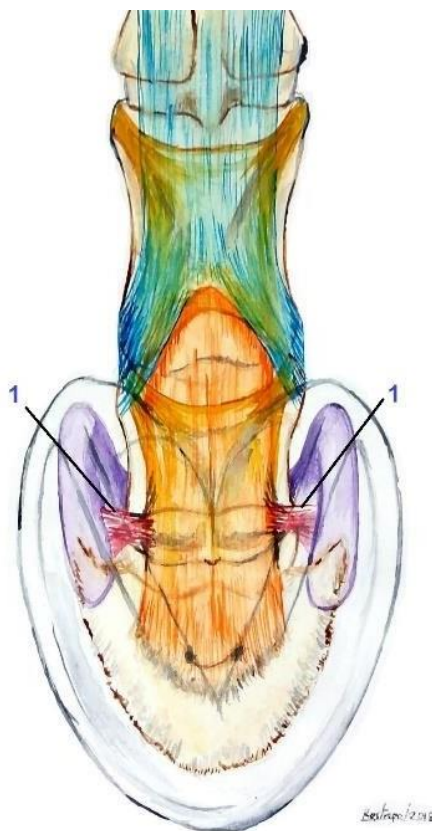


Figura 2 – Vista palmar do dígito mostrando o ligamento entre o tendão flexor profundo dos dedos (TFPD) e as cartilagens alares. 1 – Ligamento; Laranja – TFPD; Azul – tendão flexor superficial dos dedos. Amarelo – Ligamento anular digital proximal e distal. Arquivo pessoal. Jaboticabal – SP, 2018.

2.2. Dor palmar:

A dor originada na região palmar do dígito pode se manifestar de diferentes maneiras. Subitamente, como um quadro agudo e severo, em cavalos relativamente jovens, submetidos a estresse por esforço repetitivo, juntamente com forças de concussão, associadas a um treinamento intenso. Ou de forma insidiosa e crônica em animais senis. Usualmente, a manifestação é bilateral, mas pode se apresentar unilateralmente (Scott, 2008; Pollit, 2016). Sua ocorrência depende de fatores tais como ocupação do cavalo, conformação do dígito, etiologia da condição, fontes de

dor concomitantes que acompanhem o quadro clínico e intensidade da dor presente (Hunt, 2006).

Animais com dor palmar tropeçam com frequência em decorrência do encurtamento da passada, a qual é caracterizada pelo apoio do casco de modo chato (“flat”) no chão, ou aterrissagem do dígito com as pinças ao solo (Scott, 2008). A claudicação se torna mais pronunciada quando o animal caminha e em círculos por sobre uma superfície dura. Nesta situação, evidencia-se o encurtamento da fase caudal da passada no círculo correspondente (Denoix et al., 2002).

Na raça Quarto de Milha, assim como nos *Warmbloods*, a dor palmar é o produto da presença de quartelas mais perpendiculares em relação ao solo e cascos pequenos em proporção à massa muscular (Black, 1999; Scott, 2008; Pollit, 2016). Nos Quarto de Milha, essas características conformacionais são procuradas, pois se acredita que animais com este padrão apresentem membros mais leves. Por vez, são capazes de executar movimentos mais rapidamente, favorecendo o *momentum* da inércia na passada. Esses aspectos são importantes nos animais da raça destinados a provas de apartação e rédeas (Dellanini et al., 2003).

Nos Puro Sangue Inglês, o quadro clínico está relacionado à presença de cascos “achinelados” e talões “colapsados”, com o eixo casco-quartela “quebrado para atrás” (Pollit, 2016) (Figura 3).



Figura 3 – Conformação do dígito de A – Quarto de milha; B – Warmblood; C – Puro sangue inglês. Fonte: Arquivo pessoal. Jaboticabal – SP, 2018.

Importante destacar que, para cada grau reduzido no ângulo do talão, as forças compressivas sobre o osso navicular aumentam em 4%. Desta maneira, pode-se explicar o enlace existente entre a presença de talões mais baixos e a dor palmar (Eliashar et al., 2004; Scott, 2008). Esse tipo de conformação interfere diretamente no ângulo da articulação interfalângica distal e no ângulo sagital do casco. Estes, por vez, influenciam inversamente a tensão do tendão flexor profundo dos dedos à movimentação e, conseqüentemente, a força exercida por esta estrutura sobre o osso navicular (Willemen et al., 1999; Lawson et al., 2007).

As causas de dor palmar no cavalo podem ser divididas em condições relacionadas à parede do casco e córion, à terceira falange e à região podotrocLEAR (Turner, 2010). Nesta última, inclui-se a síndrome do osso navicular e a fibrilação da porção dorsal oposta do tendão flexor profundo dos dedos, com ou sem formação de aderência entre o tendão e osso navicular (Blunden et al., 2006). Além das estruturas já mencionadas, os ligamentos colaterais do osso navicular, o ligamento sesamoideo distal ímpar e a bursa do navicular também estão relacionados à dor palmar (Blunden et al., 2006).

A sensibilidade aumentada no teste de pinçamento da ranilha representa valor diagnóstico na avaliação da dor palmar, especialmente em cavalos Quarto de Milha (Scott, 2008). O aumento no grau da claudicação em resposta ao teste da rampa, enquanto a articulação interfalângica distal é hiperextendida, reforça a presença de injúria de estruturas do aparelho podotroclear (Jacquet e Denoix, 2012).

A amenização ou anulação da claudicação em decorrência do bloqueio anestésico do nervo digital também denota dor originária na porção distal do dígito (Turner, 2010). Pode ser observada melhora substancial em claudicações decorrentes de lesão dos ligamentos colaterais da AIFD mediante bloqueio do nervo digital palmar na região abaxial dos sesamoides proximais, em virtude da dessensibilização dos ramos dorsal e palmar. Caso a lesão esteja localizada na porção proximal dos ligamentos, menor a probabilidade de melhora clínica ao bloqueio anestésico perineural e ao bloqueio intra-articular da AIFD (Schumacher, 2013).

2.3. DISSIPACÃO DA ENERGIA:

2.3.1. Cartilagens alares:

O entendimento da interação entre as estruturas constituintes do dígito, durante o impacto ao solo, é fundamental para se compreender os mecanismos de dissipação da energia, assim como as consequências da ineficiência desse processo (Bowker, 2011). A porção palmar do dígito é constituída de diversas estruturas as quais atuam na sustentação do dígito e, conseqüentemente, do membro do cavalo, formando parte integral dos mecanismos de dissipação de energia (Bowker, 2011).

Integram estas estruturas, as cartilagens do dígito (também conhecidas como cartilagens laterais, colaterais, alares ou ungulares), o coxim digital, a ranilha ou cunha córnea, e a extensa rede vascular. A conformação, estrutura e aspecto morfofuncional do dígito apresentam variação individual (Figura 4). Neste âmbito, a capacidade de dissipação de energia difere de animal para animal, ou em um

mesmo animal, dependendo do estado de higidez do seu sistema locomotor (Bowker, 2011).

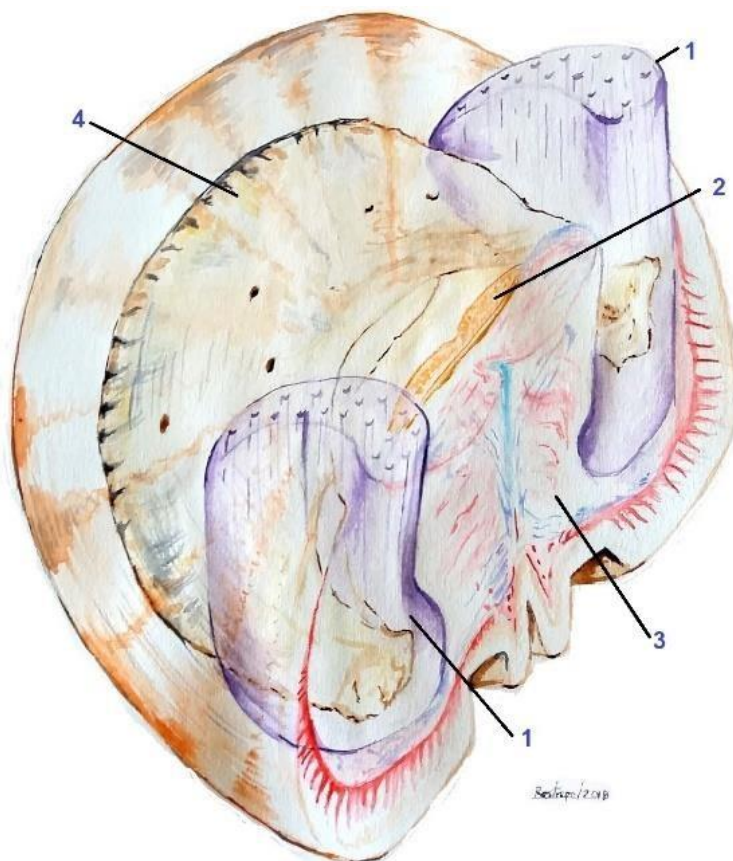


Figura 4 – Distribuição do sistema dissipador da energia no dígito equino. 1 – Cartilagens alares; 2 – tendão flexor profundo dos dedos (TFPD); 3 – coxim digital e rede vascular; 4 – falange distal (F₃). Fonte: Arquivo pessoal. Jaboticabal – SP, 2018.

As cartilagens medial e lateral do dígito estendem-se como lâminas verticais, desde a superfície palmar da falange distal, até os bulbos dos talões. Neste nível, observa-se o coxim digital entre as duas cartilagens, projetando-se até a superfície solear da falange distal. No seu interior existem tratos fibrosos irradiados (*Torus digital*) os quais conectam o tendão flexor profundo dos dedos à superfície axial das cartilagens (Bowker, 2003).

Associada a cada cartilagem existe uma rede vascular complexa, constituída pelas vênulas da falange distal as quais se conectam com aquelas da parede do

casco. A drenagem venosa forma um sistema hidráulico, o qual se acredita que provenha o mecanismo de dissipação de energia do dígito no impacto, impedindo que as forças geradas sejam transmitidas aos ossos e demais constituintes do dígito (teoria hemodinâmica). Especula-se que animais com a rede microvascular (sistema hidráulico) mais desenvolvida sejam mais eficientes em dissipar energia (Bowker et al., 1998; Bowker, 2011).

2.3.2. Coxim digital

O coxim digital é constituído por uma rede de colágeno e feixes de fibras elásticas contendo proteoglicanos, além de pequenas áreas de tecido adiposo (Bowker, 2003). Localiza-se entre as cartilagens do dígito e se estende dorsalmente, como um tecido em formato de cunha, unindo-se ao tendão flexor profundo dos dedos e à superfície solear da falange distal (Getty, 1982; Sack, 1982; Kayner, 1987). Essa constituição e sintopia podem ser comumente observadas nos animais jovens e mantêm-se até os quatro ou cinco anos. A partir desse período observa-se a substituição dos feixes de colágeno por fibrocartilagem (Gunkelman e Hammer, 2017). Interessantemente, nessa mesma faixa etária, nas cartilagens digitais, começa a haver substituição da matriz hialina por fibrocartilagem (Bowker, 2011).

Algumas raças como o Puro Sangue Árabe e *Standardbreds* são mais precoces com relação a estas modificações estruturais (Bowker, 2003). Estas alterações morfofuncionais não são unicamente dependentes da idade. Há indícios de que tais mudanças sejam consequência da adaptação do dígito frente aos estímulos os quais ele é imposto. Cavalos mais adaptados apresentam menor incidência de lesões podais (Bowker, 2003).

O coxim digital sustenta, além da cunha córnea, a projeção axial das cartilagens digitais. Além disso, sua função ainda é controversa e pouco entendida. Sua estrutura, assim como a das cartilagens digitais, associada à presença do sistema hidráulico, constituído pelos microvasos, sugere que esta estrutura também atue na dissipação da energia (Bowker et al., 1998). Algumas teorias tentam explicar sua função. Uma delas insinua que a pressão ocasionada sobre a cunha córnea, decorrente do contato do dígito ao solo, acaba sendo transferida, pelo coxim digital,

para as cartilagens digitais, causando sua abdução (teoria da pressão) (Barrey, 1990) (Figura 5).

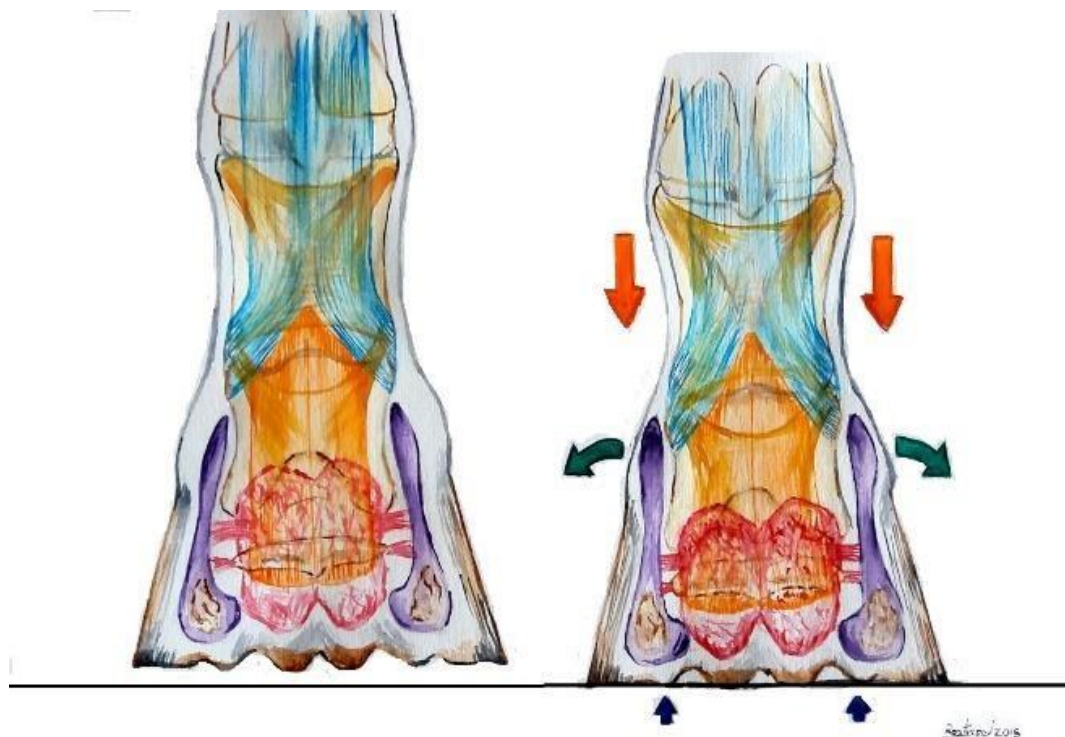


Figura 5 – Forças atuantes nas cartilagens alares na fase de apoio do dígito equino. Setas laranjas – compressão da coluna óssea; setas azuis – pressão sobre a cunha córnea; setas verdes – abdução das cartilagens alares. Fonte: arquivo pessoal. Jaboticabal – SP, 2018.

Já a teoria da depressão enfatiza que as forças geradas durante a movimentação distal da quartela, resultantes do impacto do dígito ao solo, são transferidas, às cartilagens digitais, pelo coxim, resultando em protração das mesmas (Dyhre-Poulsen et al., 1994). A hipótese hemodinâmica se apoia num mecanismo hidráulico durante o contato com o chão, por meio das duas artérias que atravessam sua estrutura e se dirigem em direção à ranilha, com objetivo de irrigá-la. Então, a energia no impacto é transmitida, via fluido no interior dos vasos sanguíneos, os quais estão preenchidos com sangue no momento do impacto do dígito ao solo (Bowker et al., 1998).

Possivelmente, o que ocorre é uma associação de todos estes fatores. A protração das cartilagens digitais, observada ao impacto do dígito no solo, provavelmente decorre do contato dos pilares sobre as projeções axiais das cartilagens alares, associado ao movimento distal da coluna óssea dentro do estojo córneo. Esta interação cria uma pressão negativa no coxim digital. Ainda, no momento do impacto, o sangue venoso no interior dos vasos palmares do dígito é forçado até a microvasculatura venosa dentro dos canais vasculares das cartilagens digitais. A resistência hidráulica ocasionada pelo influxo de sangue através dos microvasos promove a dissipação das ondas de energia de alta frequência, as quais podem ser potencialmente danosas para os ossos e demais tecidos. A pressão negativa gerada pela interação entre o dígito e o solo favorece o preenchimento vascular à elevação do membro (Bowker, 2011).

A espessura das cartilagens digitais apresenta relação direta com a extensão dos microvasos que atravessam seus canais vasculares e, conseqüentemente, com a capacidade de dissipação de energia. Do mesmo modo, o conteúdo de fibrocartilagem do coxim digital também está diretamente relacionado à capacidade do dígito em dispersar energia, já que o tecido elástico no seu interior absorve (pouca) energia no contato com o chão (Bowker, 2011).

O formato do dígito parece estar diretamente relacionado a esses fatores. Animais com superfície solear equilibrada, na qual os pilares da ranilha (*crus cunei*) e os pilares soleares (*crus solae*) estão em contato com o solo, nota-se maior espessamento das cartilagens digitais, além de maior concentração de fibrocartilagem no coxim digital (Bowker et al., 1998). Nos animais cujos cascos possuam talões baixos e desgastados e pinça longa (achinelados), o contato ao chão usualmente encontra-se deslocado e concentrado sobre a falange distal. No impacto, a energia gerada, acaba por ser transferida à falange distal e lâminas da parede do casco, predispondo a ocorrência de lesões (Bowker, 2011).

2.4. Calcificação das cartilagens alares

2.4.1. Definição

A calcificação das cartilagens alares (CCA), conhecida como “Side Bones” em inglês, vem sendo estudada na Europa há mais de 170 anos. Em 1906, Witte reportou a prevalência de 94% em 1100 cavalos de tração, os quais trabalhavam caminhando ou trotando sobre superfícies duras nas cidades. A alta transmissão hereditária desta condição é bem conhecida em diferentes raças. Atualmente, para o diagnóstico do quadro, o exame tradicional do casco, por palpação, tem sido complementado com técnicas de imagem tais como radiografia, cintilografia e ressonância magnética (Hedenström et al., 2014).

A interação entre o tamanho do casco, estrutura física do animal, carga de trabalho e fatores ambientais é tida como o principal fator predisponente para a ocorrência de CCA. Cavalos com desvio axial dos cascos, aparentemente, apresentam maior predisposição à condição (Verschooten et al., 1996). Nestes casos, as cartilagens laterais acabam sendo mais afetadas e, normalmente, nota-se assimetria em relação à estrutura ipsilateral. Nas raças mais leves, o início da calcificação é mais dependente da idade. No entanto, à exceção dos cavalos de tração, não apresenta faixa etária específica para começar a se manifestar. Nesses, os primeiros sinais de CCA podem ser percebidos por volta dos sete anos, estendendo-se até os 12 a 15 anos (Verschooten et al., 1996). Nos cavalos da raça Brasileiro de Hipismo, os primeiros indícios da alteração foram identificados em animais a partir de 15 meses (Sergio et al., 2002).

Diferentes escalas foram propostas para classificar a CCA, com base nas alterações radiográficas decorrentes do quadro em cavalos da raça “Ardennais” (Lejeune et al., 2006), finlandeses (Ruohoniemi et al., 1993), “Warmbloods” (Verschooten et al., 1996) e Brasileiros de Hipismo (Sergio et al., 2002). Dentre estas, se destacada a Escala de Ruohoniemi (Ruohoniemi et al., 1993; Hedenström et al., 2014). Apesar disso, o impacto dessas alterações no desempenho do animal ainda não foi elucidado.

Normalmente, a calcificação começa nos ângulos laterais da falange distal ou em um centro isolado (Colles, 1983). Alguns cavalos podem apresentar mais de

um centro de calcificação entre a metade proximal e distal da cartilagem alar. Tanto a base da cartilagem quanto o ponto de união com o centro de calcificação secundário permanecem em constante remodelação e são os sítios mais comuns de ocorrência de lesão primária na cartilagem. Possivelmente, isso se deve pela presença de um mecanismo de alavancas na região de transição tissular. Além disso, a base da cartilagem, especificamente, é ida como local de concentração de forças (Dyson e Murray, 2010).

A CCA não deve ser considerada um mero achado radiográfico, pois pode predispor a lesões primárias na cartilagem ou em estruturas contíguas a ela, tornando-se a causa da claudicação (Dyson e Murray, 2010). Em estudo com animais da raça “Ardennais”, observou-se remodelamento da borda dorsal da falange média e distal. Creditaram-se estas alterações à possível concentração de forças sobre estruturas como os ligamentos colaterais e cápsula articular da articulação interfalângica distal (AIFD) e tendão extensor comum dos dedos (Lejeune et al., 2006).

2.4.2. Escala de Ruohoniemi:

Para conseguir avaliar o grau de calcificação das cartilagens alares, foi desenvolvido um sistema de mensuração por meio da Radiologia. O membro a ser diagnosticado deve ser colocado sobre uma plataforma de madeira, em altura adequada para obtenção de imagem radiográfica em projeção dorsopalmar-0°, com ponto focal na articulação interfalângica distal. A definição do grau de CCA deve ser feita em referência ao osso sesamoide distal (Figura 6).

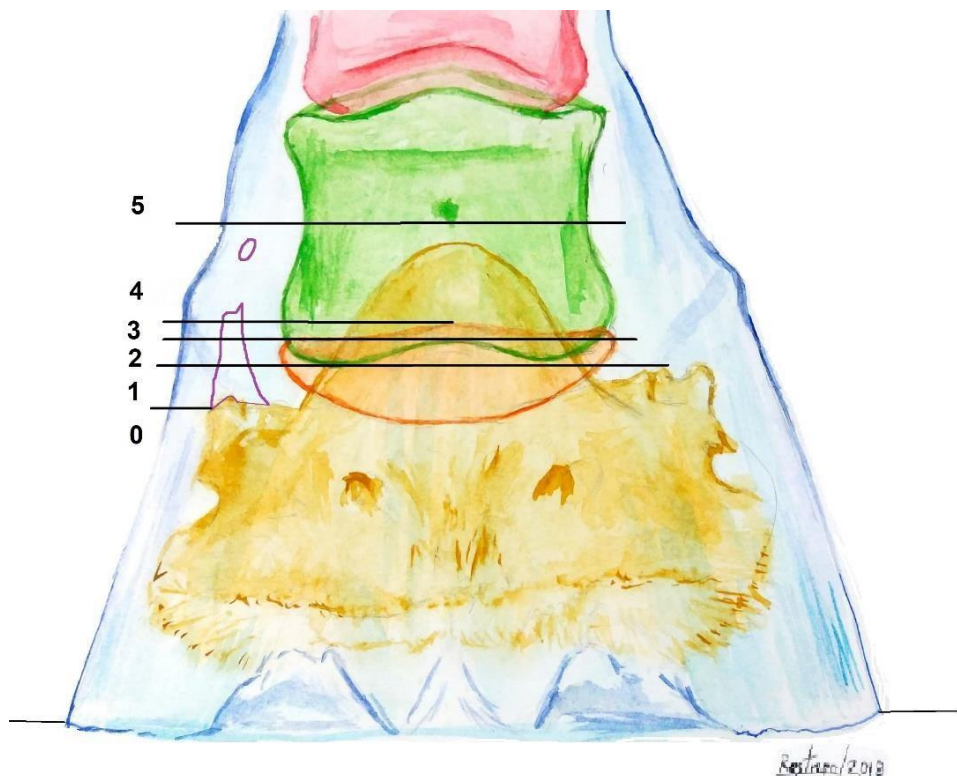


Figura 6 – Escala de classificação do grau de calcificação da cartilagem alar segundo Ruohoniemi. Grau 0: Sem calcificação, inclinação sagital, Grau 1: Calcificação até o nível do espaço articular palmar da falange distal. Grau 2: Calcificação proximal ao espaço palmar articular da falange distal. Grau 3: Calcificação até a borda proximal do osso navicular. Grau 4: Calcificação proximal ao osso navicular, até a metade distal da segunda falange. Grau 5: Calcificação superando a metade da falange média. Roxo: falange proximal. Verde: falange média. Amarelo: falange distal. Laranja: osso sesamoide distal. Adaptado de Ruohoniemi et al., 1993; Hedenström et al., 2014.

2.5. Ligamentos colaterais da articulação interfalângica distal

2.5.1. Anatomia e biomecânica

O ligamento colateral lateral (LCL) e colateral medial (LCM) da articulação interfalângica distal (AIFD) são estruturas curtas e fortes, localizadas simetricamente nos aspectos dorsolateral e dorsomedial da referida articulação, estendendo-se até o eixo falângico (Barone, 2000). Ambos se originam em depressões do aspecto distal do epicôndilo medial e lateral da falange média (F_2).

Distalmente, se inserem na fossa colateral da falange distal (F_3). Cada ligamento prolonga-se dorsalmente, em continuidade com o tendão extensor comum dos dedos, e em sentido palmar (ou plantar) junto à borda dorsal da cartilagem alar correspondente, onde se insere. Sua porção proximal e palmar (ou plantar) também está em contato íntimo com o ligamento condrocoronal e encontra-se recoberta pelo *pulvinus coroneae* (coxim coronal) (Denoix, 1998; Denoix, 2000). Já sua porção proximal (aproximadamente metade ou terço proximal) se localiza fora do estojo córneo (Chope, 2007).

A função dos ligamentos colaterais é dar suporte e estabilidade à falange distal durante a movimentação (Redding, 2009). Durante a flexão articular, a porção dorsal é tensionada, enquanto a porção palmar (ou plantar) é relaxada e, na extensão, as forças atuam opostamente (Denoix, 1999).

O posicionamento assimétrico do dígito causa maior estresse sobre os ligamentos colaterais. A somatória da movimentação lateral (“lateromotion”) com a rotação axial do dígito promove maior tensão sobre o ligamento colateral medial. Já a movimentação e rotação em sentidos opostos sobrecarregam o ligamento contralateral (Denoix, 1999) (Figura 7).

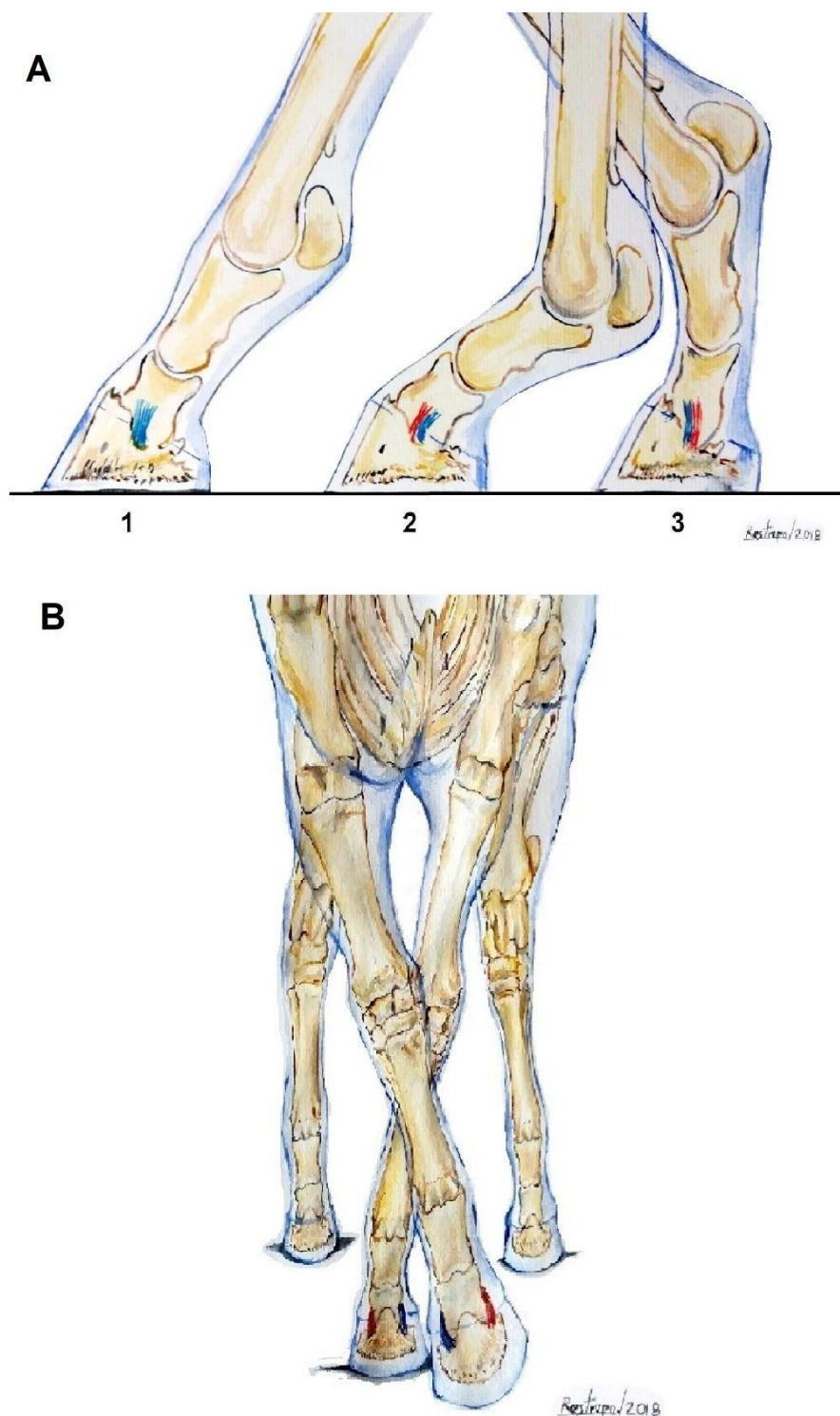


Figura 7 – Biomecânica dos ligamentos colaterais da articulação interfalângica distal. **A.** Fases do apoio: 1 – recepção; 2 – metade do apoio; 3 – propulsão. **B.** Movimento de rotação e “lateromotion”. (Vermelho – local com estresse; azul – local sem estresse). Fonte: arquivo pessoal. Jaboticabal – SP, 2018.

2.5.2. Lesões dos ligamentos colaterais da articulação interfalângica distal

Acredita-se que as lesões nos ligamentos colaterais aconteçam devido a forças biomecânicas de deslizamento e rotação as quais a relativa articulação está sujeita, embora lesões primárias também possam ocorrer (Dyson et al., 2008; Dyson e Kidd, 1993). Quando presentes, podem resultar em graus variáveis de claudicação uni o bilateral, mais pronunciadas nos membros torácicos (Denoix, 1994).

A prevalência de mudanças degenerativas é maior na região mais próxima da inserção do ligamento colateral, caracterizando-se principalmente por processos de metaplasia condroide e formação de fissuras no ligamento degenerado, produzindo-se assim, uma divisão na interface osso-ligamento. Além das alterações no aspecto proximal do ligamento, a inserção ligamentar na falange distal é foco de reabsorção óssea (Dyson et al., 2008; Dakin et al., 2009).

Tem-se que o ligamento colateral medial se lesiona com maior frequência em relação ao lateral, com incidência em torno de 72% (Denoix, 2000; Turner e Sage, 2002; Dyson et al., 2004). Esta característica pode estar diretamente relacionada aos fenômenos biomecânicos aos quais os dígitos são submetidos, com prevalência de movimentos laterais, acompanhados por rotação medial e deslizamento lateral da falange distal (Denoix, 1999). A associação entre ossificação excessiva de uma ou ambas cartilagens digitais e ocorrência de lesão dos ligamentos colaterais foi previamente estabelecida (Turner, 1996).

Em alguns cavalos, a desmíte do corpo dos ligamentos pode ser identificada à ultrassonografia e caracteriza-se pelo aumento da área de secção transversal e redução difusa da ecogenicidade, com ou sem espessamento dos tecidos moles adjacentes (Turner e Sage, 2002; Dyson et al., 2004). A formação de enteseófito na origem também pode ser observada. Aproximadamente metade do ligamento se encontra no íntimo do estojo córneo dos animais. Por isso, apenas uma porção restrita é passível de ser avaliada ultrassonograficamente. Sendo assim, pode haver falsos negativos quanto à presença ou ausência de lesões (Dyson, 2011).

2.6. Estruturas ligamentares e tendíneas em F₁ e F₂

2.6.1. Ligamentos sesamoideos distais

Os ligamentos sesamoideos distais (LSDs) atuam como parte do aparelho (ou aparato) suspensor e provém resistência na hiperextensão da articulação metacarpo/metatarsofalângica durante o suporte de peso. Dentro deste grupo de estruturas se encontra o ligamento sesamoideo reto (LSR), oblíquos (LSObs), cruzados (LSCrs) e curtos (LSCus) (Denoix, 2000). Todos os LSDs se originam proximamente, na base dos ossos sesamoides proximais e no ligamento palmar ou interseesamoideo (Carnicer et al., 2013).

O LSR se origina no ligamento palmar, junto aos ossos sesamoides proximais. Percorre o plano sagital, distalmente, até a tuberosidade flexora da falange média, onde se insere em uma estrutura fibrocartilaginosa denominada *Scutum medium*. Seu papel é participar na estabilização sagital da articulação metacarpo/metatarsofalângica e articulação interalângica proximal (Carnicer et al., 2013). Cada LSOB (médio) se origina na base do osso sesamoide proximal correspondente e prolongam-se distalmente, formando um “V”, ao se inserirem no trígono da falange proximal (Whitcomb, 2015). Os LSObs atuam como limitadores da extensão, movimentação colateral e rotação da articulação metacarpo/metatarsofalângica (Denoix, 1994, Whitcomb, 2015).

Cada LSCr transpassa o plano sagital, obliquamente, desde a base do sesamoide proximal até a margem axial da eminência palmar (ou plantar) oposta de F₁. Ambos formam o recesso palmar (ou plantar) distal da articulação metacarpo/metatarsofalângica (Denoix, 2000; Carstens e Roger, 2014). Os LSCus se estendem desde o aspecto dorsal da base osso sesamoide proximal, até o aspecto palmar proximal (ou plantar) da margem de F₁. Eles estão estreitamente relacionados com os LSObs e são difíceis de serem diferenciados. Encontram-se recobertos pela membrana sinovial da articulação metacarpo/metatarsofalângica. Tanto os LSCrs quanto os LSCus desempenham papel limitado na suspensão do boleto (Carnicer et al., 2013).

2.6.2. Desmite dos ligamentos sesamoideos

A desmite do LSR é tida como causa infrequente de claudicação, a qual, usualmente, se apresenta nos membros torácicos. Pode ocorrer sozinha, ou estar acompanhada de lesão nos ligamentos oblíquos, ou outra estrutura do dígito. A claudicação é repentina e usualmente cursa com processo inflamatório não detectável na fase aguda, principalmente nas lesões localizadas no aspecto proximal da estrutura (Dyson e Genovese, 2011).

Concomitantemente, a lesão pode desencadear efusão da bainha digital do tendão flexor profundo dos dedos. O animal pode vir a demonstrar desconforto à palpação da região palmar da quartela. A claudicação pode se manifestar de forma aguda e severa, com melhora rápida. No entanto, o desconforto pode persistir. As lesões podem ocorrer isoladamente ou em conjunção com outras causas de dor palmar, como a doença do navicular (Dyson e Genovese, 2011).

Assim como observado para o LSR, as lesões nos LSObs também são mais comumente observadas nos membros torácicos. Em alguns casos, os sinais clínicos relacionados ao quadro podem estar associados à subluxação da articulação interfalângica proximal. Nas lesões crônicas, a extensão dorsal das margens articulares da articulação interfalângica proximal pode se observar ao exame radiográfico (Dyson e Genovese, 2011).

Lesões nos ligamentos oblíquos podem ser localizadas distalmente aos ossos sesamoides proximais. Radiograficamente, observam-se enteseófitos na inserção na falange proximal (F₁), os quais, nem sempre estão associados à presença de sinais clínicos (claudicação) ou alterações ultrassonográficas estruturais (Dyson e Genovese, 2011). Alterações estruturais, quando presentes, normalmente são identificadas conjuntamente com lesões em outras estruturas, por exemplo, osteoartrite da articulação interfalângica proximal ou desmite do ramo ipsilateral do ligamento suspensor. Cavalos com lesão primária nos ligamentos sesamoideos (independente da estrutura acometida), estão propensos à reincidência (Dyson e Genovese, 2011).

2.6.3. Tendão flexor superficial dos dedos

Lesões no TFSD na região da quartela também são mais comumente observadas nos membros torácicos e podem apresentar-se de forma isolada, ou como continuidade de uma lesão mais proximal. A conformação irregular do dígito (quartelas longas, talões baixos ou deslocamento axial dos talões) pode predispor a lesões desta estrutura (Gibson et al., 1997; Reef e Genovese, 2011; Tricaud et al., 2017). Os ramos do TFSD são mais propensos às lesões em cavalos que realizam atividades que combinam velocidade com salto (Whitcomb, 2009).

Usualmente, animais com lesão do TFSD na região da quartela, tendem a apresentar sinais de desconforto mais precocemente em relação àqueles com lesões mais proximais. Normalmente, nestas situações, não são observadas alterações estruturais à ultrassonografia. As lesões podem ser uni ou bilaterais, com apresentação uniaxial (mais frequentes) ou biaxial. Injúrias severas, como nos casos de ruptura completa, podem predispor à subluxação da articulação interfalângica proximal. Felizmente, casos de ruptura parcial ou completa não são frequentes (Reef e Genovese, 2011). As desmopatias dos ligamentos sesamoideos oblíquos localizadas na região da quartela, por terem apresentação clínica similar, devem ser consideradas como diagnóstico diferencial (Gibson et al., 1997).

2.6.4. Tendão flexor profundo dos dedos

Injúrias relacionadas ao TFPD, na região da quartela, são pouco frequentes. Quando ocorrem, são mais frequentes em animais adultos e, normalmente prolongam-se para dentro do estojo córneo. Assim como para as demais lesões, os membros torácicos são os mais acometidos. Animais de corrida estão menos predispostos ao quadro. Clinicamente, observa-se claudicação unilateral, aguda, de intensidade moderada a severa (Dyson, 2011).

As lesões do TFPD têm sido verificadas conjuntamente com alterações primárias no ligamento anular distal (LADD), as quais são diagnosticadas somente por meio da ressonância magnética. Além dessa relação, normalmente identificam-se lesões ipsilaterais em outras estruturas do casco (Cohen et al., 2008).

2.6.5. Bainha tendínea digital sinovial

A bainha tendínea digital sinovial (BTDS), é uma estrutura de paredes delgadas, que acompanha o TFDP desde o nível do terço distal do terceiro metacarpo/metatarso, até o ligamento T, na região proximal da bursa do navicular e do recesso palmar da articulação interfalângica distal. A BTDS é uma estrutura mesenquimal, composta por duas camadas de células; uma externa, fibrosa, que irriga e fornece apoio estrutural para a bainha; e outra interna, sinovial, que aporta superfície lisa e livre de fricção aos tendões flexores TFSD e TFDP, ambos intimamente relacionados dentro da BTDS (Schramme e Smith, 2011). Adicionalmente, a BTDS provê lubrificação aos tendões flexores enquanto atravessam o canal do boleto e os nutre por meio de vasos sanguíneos localizados no íntimo desta estrutura, no *Vinculae* (Findley, 2012). Estruturas como o ligamento anular palmar (LAP), ligamento anular digital proximal (LADP) e distal (LADD) são responsáveis por manter unidos os tendões flexores à superfície palmar do dígito, dentro da BTDS (Schramme e Smith, 2011).

Traumatismos na bainha podem predispor ao desenvolvimento de tenossinovite não infecciosa. Esta pode ser desencadeada por esforço repetitivo associado à prática de exercício, à sobrecarga excessiva ou hiperextensão do boleto. Mais comumente, o quadro se manifesta secundariamente à herniação da parede da BTDS, tendinopatias do TFPD ou TFSD, lesão da *manica flexoria* ou nos ligamentos LAP ou LADP (Schramme e Smith, 2011).

2.7. Estruturas no interior do estojo córneo

2.7.1. Anatomia e biomecânica

Dentro do casco, o TFPD se molda à superfície palmar do osso navicular. Uma quantidade variável de líquido proveniente da bursa do navicular preenche o pequeno espaço entre as superfícies opostas do osso navicular e do TFPD, dependendo da quantidade de carga infringida por sobre o dígito. O direcionamento da tensão no TFPD muda ao nível da margem distal do osso navicular. Neste ponto, o TFPD apresenta formato de “leque” e ocupa inteiramente a porção entre o

processo medial e lateral palmar da falange distal, se inserindo na margem axial de ambos os processos palmares, assim como na borda palmar (*fascies flexoria*) de F₃ (Bowker et al., 1994). Dentro do casco, o TFPD auxilia na estabilização palmar da articulação interfalângica distal. A tensão do TFPD comprime as superfícies articulares de F₂ e F₃ (Dyson, 2011).

Em localização proximal à bursa do navicular, a superfície dorsal do TFPD é constituída por coxim fibrocartilagenoso, rico em fibras elásticas. Acredita-se que represente um fenômeno adaptativo, produto da compressão análoga ao TFSD, no aspecto palmar do boleto (*Blunden et al., 2006*). O coxim fibrocartilagenoso responsável por suportar a pressão proveniente da borda distal transversa (*Tuberositas flexoria*) do “scutum” médio, a qual é originada na fase de apoio da passada (Denoix, 1994; Blunden et al., 2006). Nesta, mais especificamente na fase de propulsão do membro, constata-se a maior tensão no TFPD. Em virtude desta característica, é neste momento que se observa a maior ocorrência de injúrias no coxim (Denoix, 1994; Bowker et al., 2001) (Figura 8).

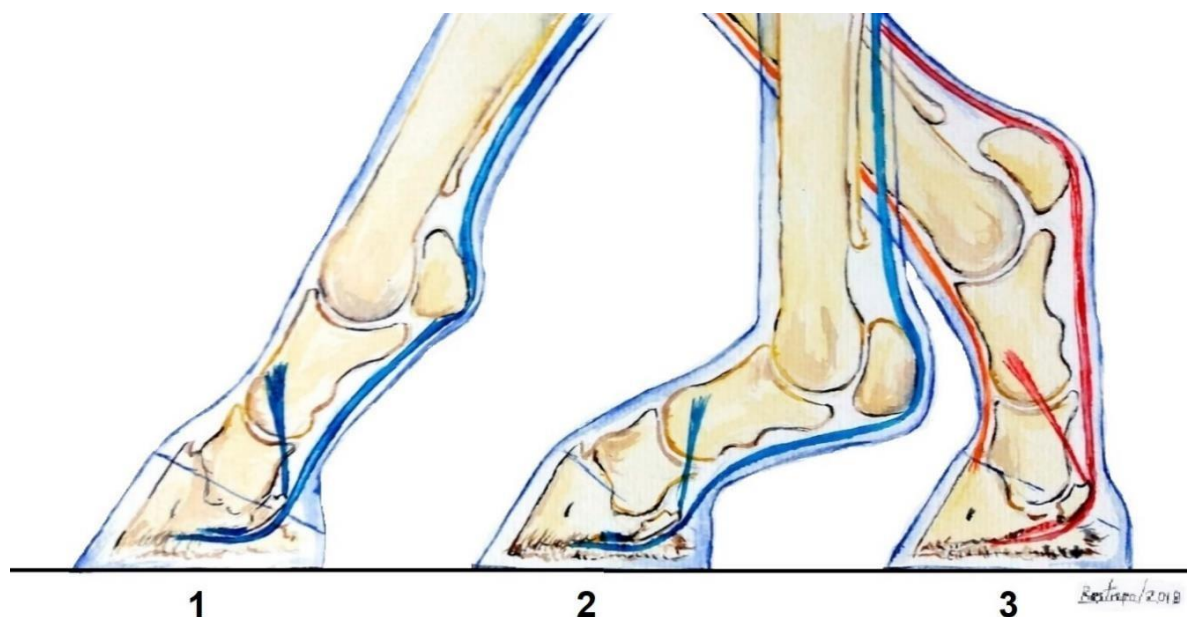


Figura 8 – Biomecânica do tendão flexor profundo dos dedos dentro do estojo córneo durante as fases do apoio: 1 – recepção; 2 – metade do apoio; 3 – propulsão. (Vermelho – local com estresse; azul – local sem estresse). Fonte: arquivo pessoal. Jaboticabal – SP, 2018.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Por meio da classificação radiográfica do grau de calcificação das cartilagens alares, desenvolvida por Ruohoniemi et al. (1993) e da avaliação ultrassonográfica sistemática da extremidade distal dos membros torácicos de equinos, segundo o proposto por Whitcomb (2009), buscou-se identificar incidência das principais lesões locais em animais com dor palmar. Do mesmo modo, buscou-se avaliar a inter-relação entre a presença de calcificação das cartilagens alares e a ocorrência de desmopatias, tendinopatias e entesopatias nesta porção dos membros torácicos de equinos com dor palmar.

3.2. Objetivos específicos

3.2.1. Avaliar radiograficamente a incidência de calcificação das cartilagens alares dos membros torácicos dos equinos e inter-relacionar a presença destas alterações com a ocorrência de demais lesões na porção distal do dígito, identificadas à ultrassonografia transcutânea e transcuneal;

3.2.2. Correlacionar a espessura do coxim digital dos membros torácicos dos equinos durante a avaliação ultrassonográfica transcuneal e correlacionar os achados com a incidência de demais lesões na porção distal do dígito.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi apresentada à Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) para análise e foi aprovada sob Protocolo número 019288/2017.

4.1. Animais

Para o estudo foram utilizados 15 equinos (*Equus caballus*), oito machos e sete fêmeas, adultos, com idade média de 10 anos (quatro – 14 anos) e peso corpóreo médio de 400 kg (400 – 550 kg). Os exemplares utilizados no estudo pertenciam à raça Mangalarga (quatro cavalos), Quarto de Milha e Puro Sangue Árabe (dois cavalos respectivamente), Paint Horse, Puro-Sangue Inglês, Sela Argentino e mestiço (um cavalo, respectivamente). Estes estavam envolvidos em disciplinas equestres, tais como uso recreativo/esporádico (dez cavalos); laço (dois cavalos); salto, reprodução e tambor (um cavalo cada), respectivamente.

Dos 15 exemplares, oito eram pertencentes ao patrimônio da FCAV/Unesp, Câmpus de Jaboticabal, onde estavam alojados no setor de Equinocultura da Instituição e foram encaminhados ao Hospital Veterinário para realização da avaliação ultrassonográfica e radiográfica. Logo, uma égua reprodutora e os outros seis exemplares, eram provenientes da casuística do Hospital Veterinário Institucional.

Os exemplares patrimoniados e a égua reprodutora eram mantidos em manejo extensivo (alojamento em piquete), com alimentação a base de forragem, silagem e ração comercial, fornecida uma vez ao dia, além de acesso livre à fonte de água. Já os exemplares provenientes da casuística do Hospital Veterinário, eram alojados em baias individuais e recebiam alimentação a base de feno, ração comercial fornecida duas vezes ao dia e água a vontade.

4.2. Preparo dos animais

Inicialmente, fez-se tricotomia nos membros torácicos dos cavalos a serem avaliados, em área abrangendo desde os bulbos dos talões até a porção distal da articulação metacarpofalângica (Figura 9).

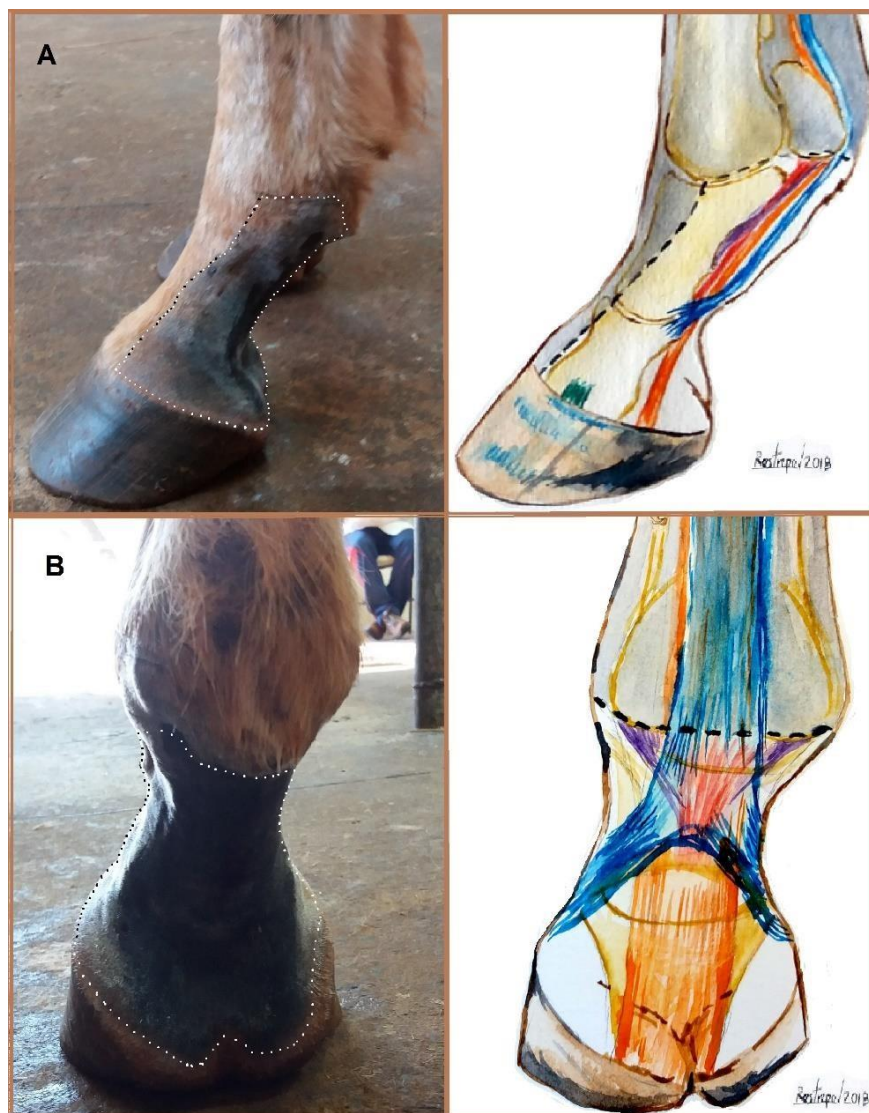


Figura 9 – A. Vista lateral do dígito equino, após tricotomia e imagem lateral das estruturas a serem avaliadas ultrassonograficamente. **B.** Vista palmar do dígito equino, após tricotomia e imagem palmar das estruturas a serem avaliadas ultrassonograficamente. Azul: Tendão flexor superficial dos dedos. Laranja: Tendão flexor profundo dos dedos. Vermelho: Ligamento sesamoideo reto. Roxo: Ligamentos sesamoideos oblíquos. Amarelo: Ligamento anular digital palmar proximal e distal. Verde: Ligamento colateral latera da articulação interfalângica distal. Fonte: Arquivo pessoal. Jaboticabal – SP, 2018.

Para tal, utilizou-se aparelho elétrico e lâmina 40 ou 50¹. Para melhorar a cooptação do transdutor à pele, na face palmar da primeira falange, foi usado aparelho de tricotomia para raspagem dos pelos². Adicionalmente, para avaliação dos ligamentos colaterais da articulação interfalângica distal, foi realizada tricotomia na face dorsal, 3,0 ou 4,0 cm proximal à borda coronária. Posteriormente, a pele foi lavada com sabão e água para remoção de sujidades e recebimento do gel de ultrassom.

Para o exame transcuneal, as ferraduras foram previamente removidas. Posteriormente, foi realizado casqueamento, com uso de material específico³. A superfície da ranilha foi nivelada para melhoria do contato do transdutor do aparelho de ultrassonografia. O preparo da superfície solear foi adaptado conforme as condições climáticas. Durante os períodos secos, devido ao endurecimento do tecido córneo, o casco foi umedecido por uma a três horas. Já os animais os quais apresentavam a sola mais macia (à toaleta do casco), a superfície solear foi umedecida, inicialmente, por 15 minutos. Após cada tentativa de realização da ultrassonografia, avaliava-se se havia necessidade ou não de prolongar a umidificação da sola. Nos animais mais agitados, caso necessário, realizou-se sedação com cloridrato de detomidina⁴ (0,005 – 0,01 mg/kg) ou cloridrato de xilazina⁵ (0,3 – 0,4 mg/kg), por via intravenosa (Figura 10).

¹Oster® Cryogen X™ USA

²Gillete®

³Mustad®

⁴Detomidin, 1% Syntec, Santana de Parnaíba – SP, Brasil.

⁵Xilazin, 2% Syntec, Santana de Parnaíba – SP, Brasil.

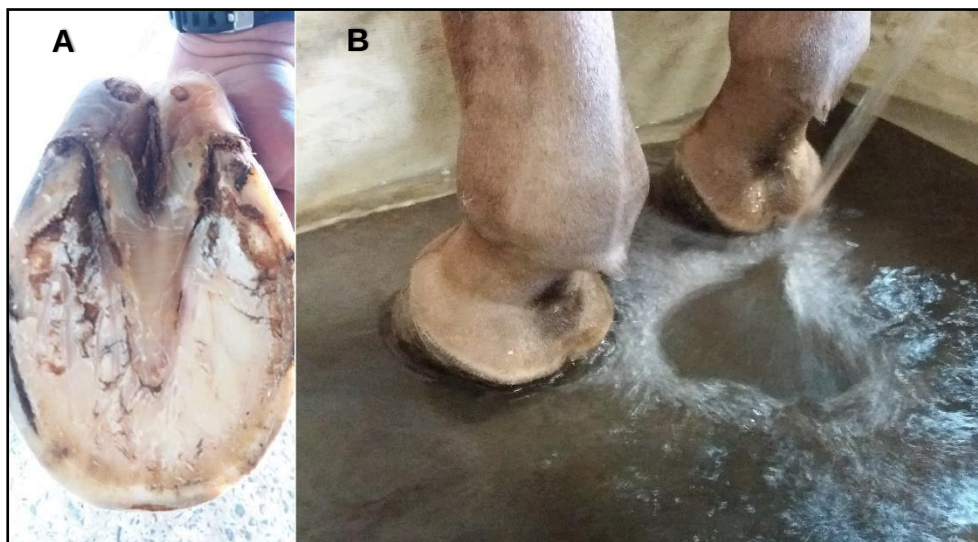


Figura 10 – A. Superfície solear do casco após realização de casqueamento e preparo da ranilha, anteriormente à avaliação das estruturas localizadas no interior do estojo córneo mediante abordagem transcuneal. **B.** Umidificação prévia ao exame ultrassonográfico da superfície solear do casco. Jaboticabal – SP, 2018.

4.3. Avaliação radiográfica

Para a realização do exame radiográfico, inicialmente, raspou-se as sujidades do casco e da sola de ambos os membros torácicos. Posteriormente, preferiu-se higienização com água e sabão, para minimizar a geração de artefatos radiográficos. Na sequência, posicionaram-se os membros torácicos sobre blocos de madeira (4 – 8 cm de altura), para obtenção de projeção dorso-palmar a 0° de cada dígito. A distância focal variou entre 90 e 125 cm e os valores de exposição foram 70 – 75 kV e 3,2 – 5,0 mAs. Utilizou-se a unidade portátil de raios-x⁶ para obtenção das imagens no equipamento CR30-X⁷ para digitalização.

As imagens radiográficas digitalizadas foram editadas no WordArt⁸ para identificar, por traço pontilhado, a silhueta óssea do osso navicular. Uma linha continua paralela ao chão, delimitou a altura das cartilagens alares. Na presença de sítios de calcificação desiguais, foram traçadas duas linhas, uma sobre o centro de calcificação principal e outra na altura do centro de calcificação secundário (Figura 11).

⁶MinXray ® HF100

⁷Agfa ® CR30-X

⁸Microsoft Windows ® WordArt

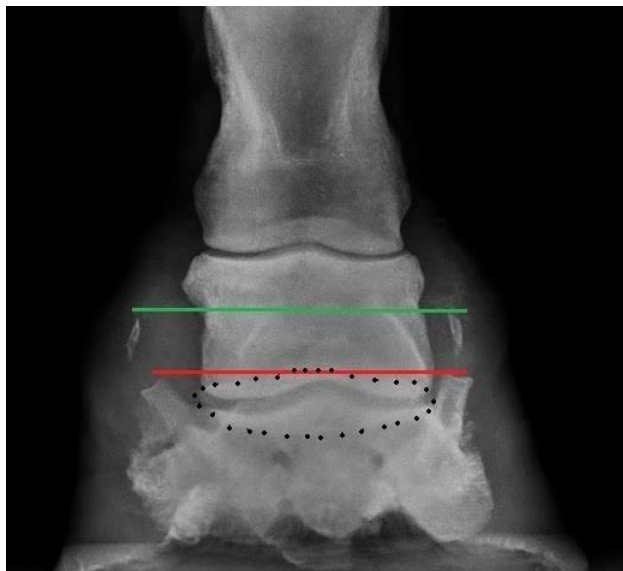


Figura 11 – Radiografia dorso-palmar a 0° do membro torácico direito. A silhueta óssea do osso navicular está identificada com um traço pontilhado. A linha vermelha indica um grau 3 de calcificação na escala de Ruohoniemi, sobre o centro de calcificação principal das cartilagens alares (CCA), enquanto a linha verde indica um grau 5 de CCA na escala de Ruohoniemi sobre os centros de calcificação separados (CCS). Jaboticabal – SP, 2018.

4.4. Avaliação ultrassonográfica

Empregou-se um aparelho de Ultrassom MylabVet30 Gold⁹, acoplado ao transdutor linear, multifrequencial de 7,5 – 10 – 12 MHz, para a avaliação da superfície palmar de F₁ e terço proximal de F₂. Para avaliação do terço distal de F₂ empregou-se um transdutor microconvexo, multifrequencial de 5-8-12MHz.

As avaliações das estruturas anatómicas palmares relacionadas a F₁ (F_{1A}, F_{1B}, F_{1C}) e F₂ foram realizadas por meio de cortes ortogonais (sagital e transversal) (Figura 12). Na região correspondente à primeira falange e segunda falange foi possível avaliar a porção suprasesamoidea do tendão flexor profundo dos dedos, e caracterizar os achados ultrassonográficos segundo a tabela 1.

⁹Esaote® Mylab™ Vet 30 Gold

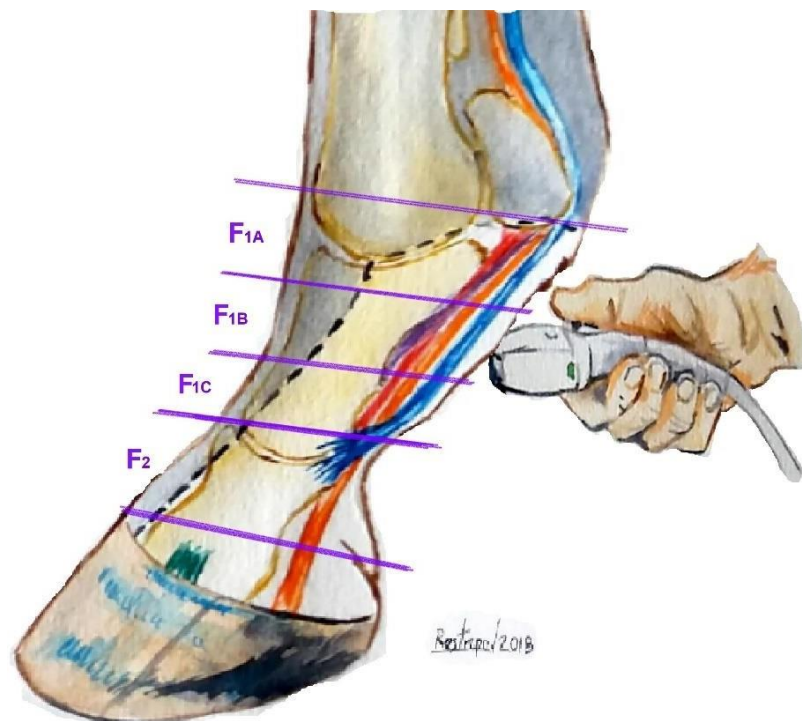


Figura 12 – Regiões anatômicas avaliadas no exame ultrassonográfico do aspecto palmar dos dígitos dos membros torácicos, em cortes ortogonais (sagital e transversal). F₁ – falange proximal; F_{1A} – porção proximal de F₁; F_{1B} – porção média de F₁; F_{1C} – porção distal de F₁; F₂ – falange média. Azul: Tendão flexor superficial dos dedos. Laranja: Tendão flexor profundo dos dedos. Vermelho: Ligamento sesamoideo reto. Roxo: Ligamentos sesamoideos oblíquos. Arquivo pessoal, Jaboticabal – SP, 2018.

Tabela 1 – Principais alterações ultrassonográficas observadas na porção suprasesamoideana do tendão flexor profundo dos dedos (TFPD) dos membros torácicos de 15 equinos, adultos, com sinais clínicos de dor palmar. Jaboticabal – SP, 2018.

Tipo	Descrição
1	Perda da forma dos lobos do TFDP.
2	Mineralização/Fibrose.
3	Sinais de Aderência.
4	Alteração da arquitetura.
5	Distensão da BTDS.

BTDS – Bainha tendínea digital sinovial; TFPD – Tendão flexor profundo dos dedos

Na porção palmar da falange proximal e média do dígito, avaliou-se o ligamento sesamoideo reto, desde sua origem, na base dos ossos sesamoides proximais, até sua inserção, no *scutum médium*. As observações evidenciadas ao exame foram classificadas conforme tabela a seguir (2).

Tabela 2 – Alterações estruturais observadas à avaliação ultrassonográfica do ligamento sesamoideo reto (LSR) dos membros torácicos de 15 animais com sinais clínicos de dor palmar. Jaboticabal – SP, 2018.

Tipo	Descrição
1	Hipoecogenicidade.
2	Áreas de mineralização e fibrose.
3	Espessamento ou sinais de desmite.
4	Perda do padrão de fibras (padrão heterogêneo).

Da mesma forma, os ligamentos sesamoideos oblíquos foram avaliados desde a origem, na base dos ossos sesamoides proximais, até sua inserção, no terço distal da falange proximal. Os principais achados foram classificados conforme a tabela 3.

Tabela 3 – Alterações estruturais observadas à avaliação ultrassonográfica dos ligamentos sesamoideos oblíquos (LSObs) dos membros torácicos de 15 animais com sinais clínicos de dor palmar. Jaboticabal – SP, 2018.

Tipo	Descrição
1	Aumento do tamanho.
2	Padrão heterogêneo e ruptura de fibras.
3	Fibrose ou mineralização.
4	Entesopatia na inserção proximal.
5	Enteseófito proximal.
6	Enteseófito distal.

Findado o exame ultrassonográfico das estruturas palmares, procedeu-se com a avaliação dos ligamentos colaterais da articulação interfalângica distal (LCs-AIFD). A avaliação foi conduzida no aspecto dorsolateral e dorsomedial do dígito (10 e 2 horas do relógio), acima da borda coronária dos cascos, segundo recomendações de Turner e Sage (2002) e Choep (2007) (Figura 13).



Figura 13 – Corte transversal do dígito de equino, na altura da borda coronária, e analogia entre a posição dorsolateral e dorsomedial dos ligamentos colaterais da articulação interfalângica distal (LCs-AIFD) e as horas do relógio. Dorsal para cima. Vermelho: 10 e 2 horas. Fonte: Arquivo pessoal. Jaboticabal – SP, 2018.

O exame dos LCs foi conduzido em ambos os membros torácicos por intermédio de transdutor linear multifrequencial, com frequência ajustada entre 7,5 a 10 MHz. Foram obtidas imagens em planos ortogonais (transversal e sagital), conforme descrição de Evrard et al. (2012) (Figura 14). As lesões evidenciadas à ultrassonografia das estruturas em questão foram classificadas de acordo com escala apresentada na tabela 4.

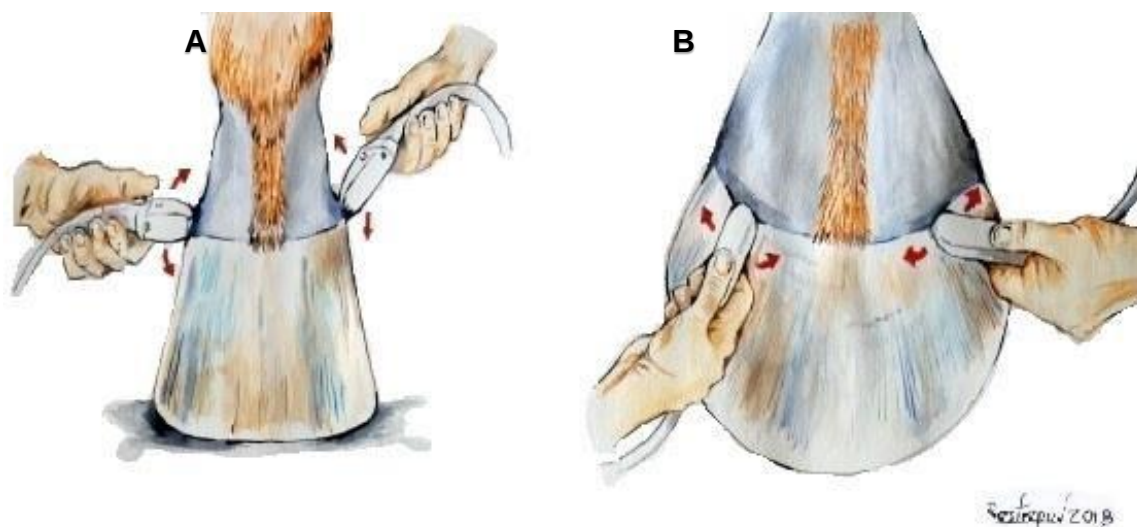


Figura 14 – Avaliação ultrassonográfica dos ligamentos colaterais da articulação interfalângica distal. **A.** Corte transversal com angulação proximodistal - distoproximal do transdutor. **B.** Corte sagital com angulação dorsopalmar – palmarodorsal. Fonte: Arquivo pessoal. Jaboticabal – SP, 2018.

Tabela 4 – Escala de classificação proposta por Restrepo e Canola (2018), para designar as alterações observadas à avaliação ultrassonográfica dos ligamentos colaterais da articulação interfalângica distal (LCs-AIFD) de 15 animais com sinais clínicos dor palmar. Jaboticabal – SP, 2018.

Grau da Lesão	Descrição do Achado Ultrassonográfico
0	Sem Alteração.
1	Perda do padrão ecográfico.
2	Espessamento ou sinais de desmopatia.
3	Áreas de densidade (fibrose ou mineralização).
4	Entesopatia / enteseófito.
5	Sinais de avulsão.

Posteriormente, se procedeu com avaliação ultrassonográfica transcuneal (Figura 15). Por meio desta, avaliou-se o tendão flexor profundo dos dedos por sobre o aspecto palmar do osso navicular (sesamoidea) e, em sua inserção, na face solar da falange distal (infrasesamoidea). As alterações ultrassonográficas observadas à avaliação transcuneal foram agrupadas de acordo com descrição apresentada na tabela 5.

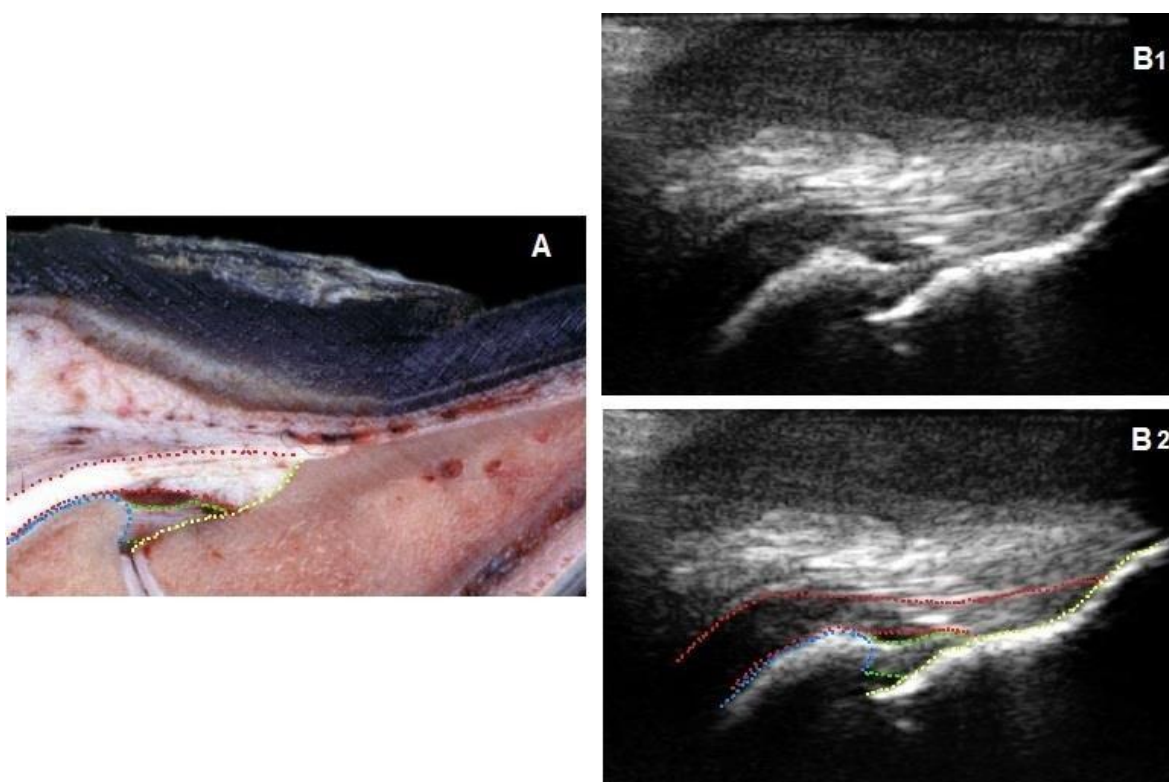


Figura 15 – A. Corte sagital de peça anatômica, na região a ser avaliada na abordagem transcuneal do dígito equino. Adaptado: Denoix, 2000. Linha pontilhada Vermelha: tendão flexor profundo dos dedos; Verde: ligamento sesamoideo distal ímpar; Azul: face flexora do osso sesamoide distal (navicular); Amarelo: superfície palmar da falange distal. **B₁.** Imagem ultrassonográfica sagital transcuneal em peça anatômica. **B₂.** Imagem ultrassonográfica mostrada em **B₁**, indicando os limites anatômicos das estruturas discriminadas em **A**. Jaboticabal – SP, 2018.

Tabela 5 – Descrição e distribuição, segundo a região anatômica, das principais alterações observadas no tendão flexor profundo dos dedos (TFPD), após avaliação ultrassonográfica transcuneal dos membros torácicos de 15 equinos. Jaboticabal – SP, 2018.

Sesamoidea	Infrasesamoidea
Ondulação perfil palmar TFPD. Erosão da <i>Fascies Flexora</i> do Navicular. Espessamento do osso subcondral do navicular.	Ondulação perfil palmar do TFPD. Perfil palmar convexo do TFPD. Lesão focal no interior do TFPD.
	Entesopatia na inserção do TFPD em F ₃ .

F₃ – Falange distal; TFPD – Tendão flexor profundo dos dedos

Por meio da técnica ultrassonográfica transcuneal também foi mensurada a espessura do coxim digital. Para tal, como referência, padronizou-se como ponto de registro, localização correspondente à inserção do ligamento anular digital distal (LADD) na superfície palmar da falange distal, antes da inserção do tendão flexor profundo dos dedos na superfície palmar da falange distal, segundo o recomendado por Gunkelman e Hammer (2017) (Figura 16).

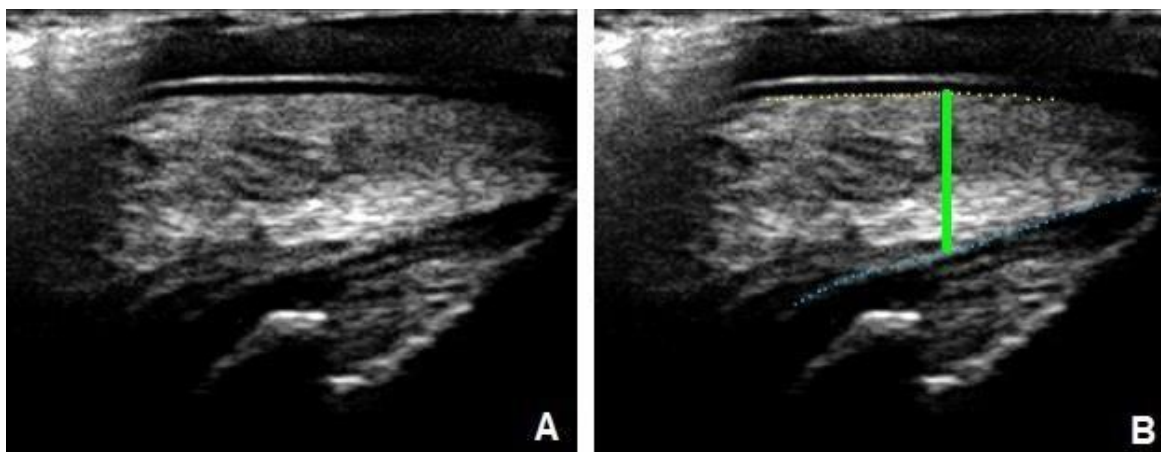


Figura 16 – **A.** Imagem ultrassonográfica sagital transcuneal do membro torácico de um equino. **B.** Imagem **A.**, mostrando os limites anatômicos desde onde foi mensurada a espessura do coxim digital (linha verde). Linha pontilhada azul – ligamento anular digital distal; linha pontilhada amarela – superfície solar do coxim digital. Jaboticabal – SP, 2018.

4.5. Análise Estatística

Os dados obtidos foram interpretados por análise descritiva. Já a avaliação da inter-relação entre os achados observados à avaliação radiográfica (calcificação das cartilagens alares) e os achados ultrassonográficos (desmopatias, enteseopatias e tendinopatias), utilizou-se a análise multivariada de correspondência múltipla, com nível de significância de 5%. Para tal foi utilizado o programa computacional STATISTICA 7.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Ligamentos colaterais da articulação interfalângica distal

Foram avaliados, segundo as recomendações de Evrard et al. (2012), 15 animais, contabilizando 60 ligamentos colaterais. Destes, 14 cavalos (93,33%) apresentaram algum grau de lesão em, ao menos um dos LCs-AIFD. Dos 60 ligamentos colaterais avaliados, 39 apresentaram algum tipo de alteração ultrassonográfica (65%). De um total de 30 ligamentos colaterais laterais avaliados, 20 apresentaram algum grau de alteração ao exame ultrassonográfico (66,66%). Já de um total de 30 ligamentos colaterais mediais avaliados, 19 (63,33%) apresentaram sinais de injúria à ultrassonografia.

Resultado que contrasta os achados de Turner e Sage (2002), os quais, por meio de exame radiográfico e ultrassonográfico de 22 cavalos, observaram lesões bilaterais em apenas quatro indivíduos. Em sete observaram-se lesões nos ligamentos colaterais laterais e, no restante dos animais (onze), apenas nos ligamentos colaterais mediais. Corroborando esses autores, Dyson et al. (2004), também reportaram maior incidência de lesões nos ligamentos colaterais mediais em 18 indivíduos (72%) com sinais de claudicação do membro torácico. Além do exame ultrassonográfico, os animais foram avaliados por meio da ressonância magnética. Por meio desta foi possível identificar lesões em estruturas aparentemente saudáveis à ultrassonografia.

Pelo exposto, fica evidente que, a ausência de alterações ultrassonográficas nos LCs-AIFD, requer técnicas de imagiologia adicionais, como a ressonância magnética e o exame radiográfico, que permitam o acesso a porções do ligamento, cuja avaliação com o ultrassom não é possível, evitando assim, a presença de falsos negativos. Na figura 17, indicam-se as cinco alterações ultrassonográficas mais comumente observadas à avaliação ultrassonográfica dos ligamentos colaterais da articulação interfalângica distal dos animais avaliados.

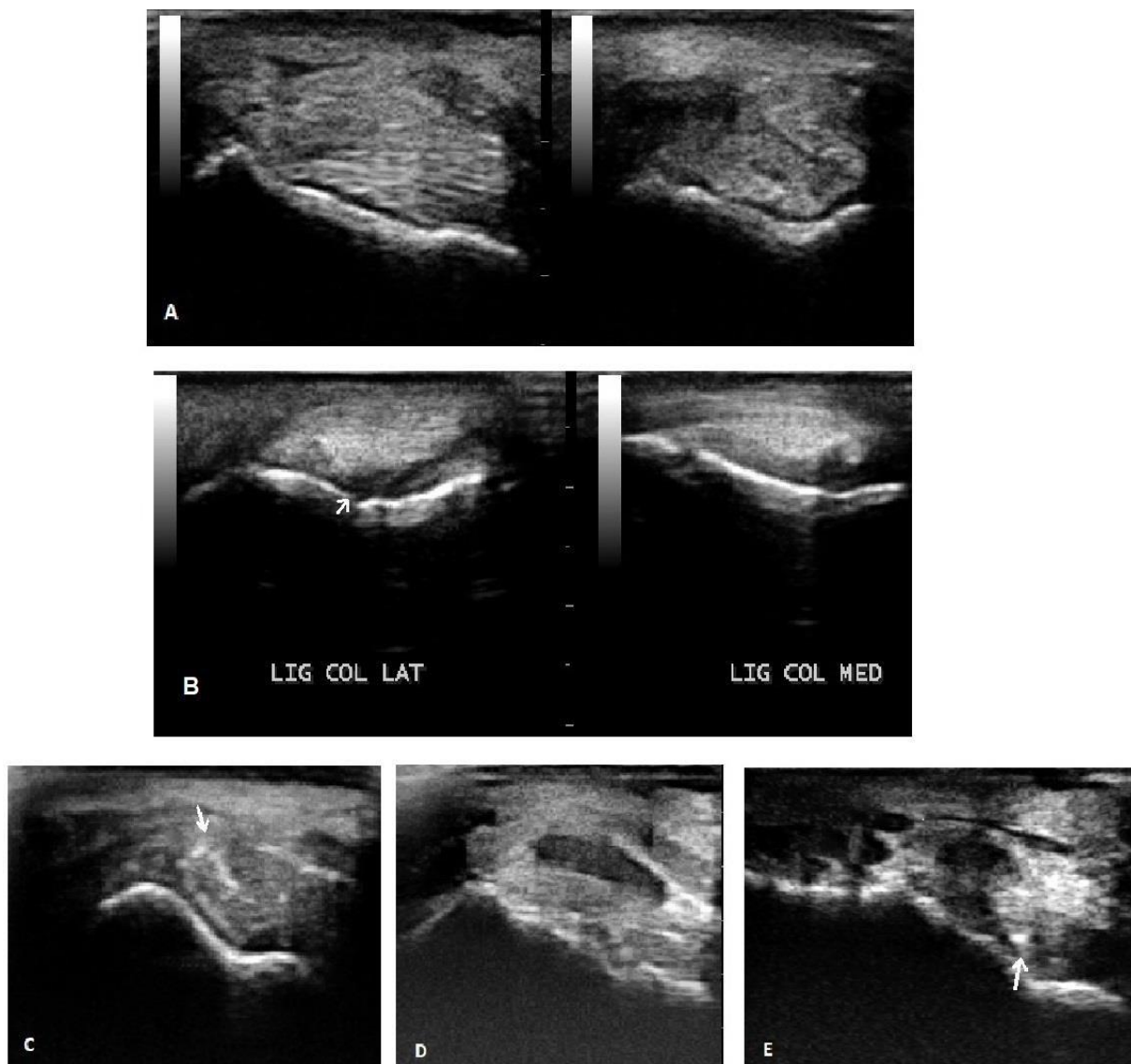


Figura 17 – Principais alterações estruturais dos ligamentos colaterais da articulação interfalângica distal (LCs-AIFD), observadas à ultrassonografia de 15 animais com sinais clínicos de dor palmar. **A.** Vista sagital (esquerda) e transversal (direita) de ligamento colateral com perda do padrão ecográfico. **B.** Desmopatia do ligamento colateral lateral, com presença de líquido entre o ligamento e a fossa correspondente (seta). **C.** Vista transversal de ligamento colateral mostrando áreas hiperecogênicas compatíveis com fibrose ou mineralização (seta). **D.** Vista sagital da inserção proximal do ligamento colateral mostrando sinais de entesopatia em F₂. **E.** Vista sagital da inserção proximal do ligamento colateral evidenciando sinais de avulsão e presença de enteseófito (seta). (Corte sagital: proximal – esquerda; distal – direita. Corte transversal: medial – esquerda; lateral – direita). Jaboticabal – SP, 2018.

Das alterações observadas no exame ultrassonográfico das 60 estruturas examinadas no estudo, 25% dos ligamentos colaterais (15/60) apresentaram perda do padrão ecográfico, caracterizado pela perda das áreas hipoeecogênicas normais dentro do ligamento, ao corte transversal, conforme descrição de Whitcomb (2015). Segundo Evrard et al. (2012) o aspecto hipoeecogênico do ligamento está relacionado à anisotropia da estrutura, produto da orientação das diferentes fibras. Esse fato, segundo Redding (2011), permite que os ligamentos colaterais atuem tanto na flexão, quanto na extensão articular. Tanto a porção superficial, quanto a porção profunda do ligamento colateral, se mostraram uniformes ecogenicamente, enquanto foi realizado o corte sagital do ligamento, em diferentes ângulos. A perda do padrão anisotrópico normal do ligamento, dificultou a identificação dos dois feixes ligamentares, segundo descrição de Evrard et al. (2012).

Em dois ligamentos (3,33%) observou-se espessamento ou sinais de desmopatia, caracterizada pelo aumento evidente da área da secção transversal (0,6 – 0,9 cm² em cavalo de 550 kg) em relação à estrutura contralateral (Denoix et al., 2011). O aumento de ecogenicidade observado em 36,66% (22/60) dos ligamentos avaliados está relacionado tanto com presença de lesões crônicas, quanto com fibrose periligamentar (Denoix et al., 2011).

Por último, mediante a avaliação sagital do LC-AIFD, a qual, segundo Evrard et al. (2012), corresponde a 50 % do comprimento total do ligamento, foi possível avaliar a entese proximal na falange media. Nesta, evidenciou-se perfil ósseo irregular com ecogenicidade anormal em 20% (12/60) dos animais. Estas observações, segundo Denoix et al. (2011) são compatíveis com a presença de enteseopatia e presença de enteseófitos. Da mesma forma, evidenciou-se, em 6,66% (4/60) dos animais, a presença de áreas hipereecogênicas com formação de sobra acústica. Segundo Denoix et al. (2011) estas observações seriam compatíveis com fratura por avulsão ou mineralização distrófica. Estes achados foram agrupados dentro da categoria “Sinais de avulsão”, conforme a distribuição das alterações ultrassonográficas observadas na Figura 18.

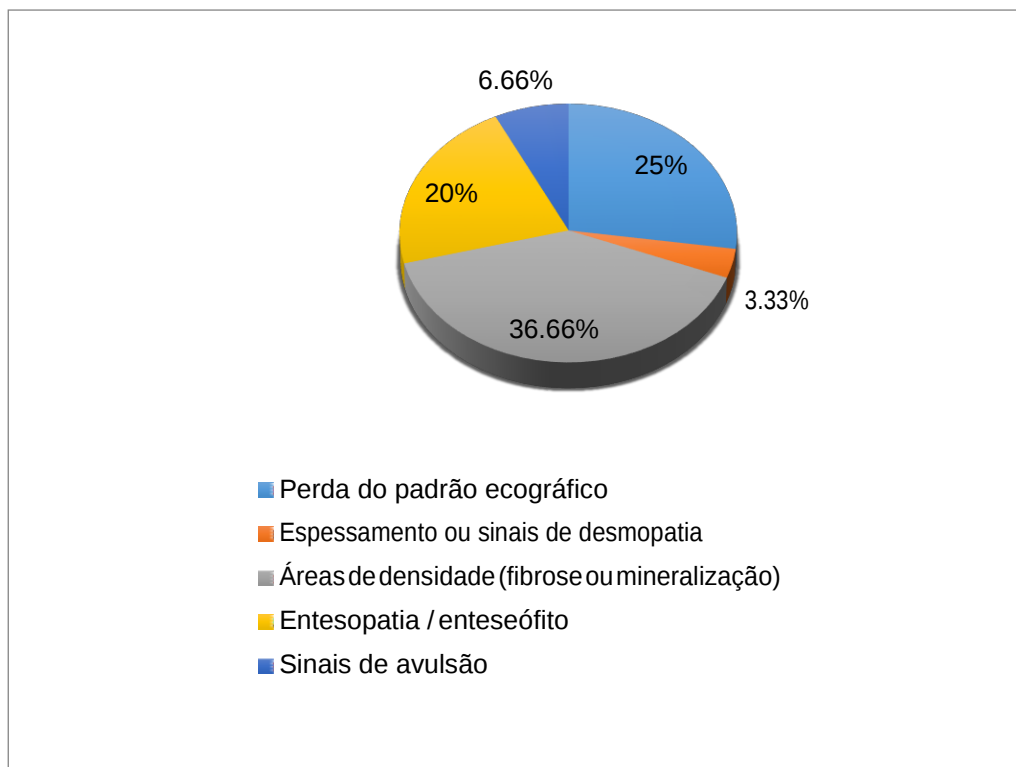


Figura 18 – Caracterização e distribuição das alterações identificadas à avaliação ultrassonográfica dos 60 ligamentos colaterais da articulação interfalângica distal (LCs-AIFD) de 15 animais com sinais clínicos de dor palmar. Jaboticabal – SP, 2018.

No exame ultrassonográfico dos ligamentos colaterais laterais da articulação interfalângica distal, foi evidente a perda do padrão ecográfico em 23,33% (7/30), espessamento ou sinais de desmite em 3,33% (1/30), áreas de densidade em 36,66% (11/30), sinais de entesopatia e presença de enteseófito em 20% (6/30) e sinais de avulsão em 10% (3/30) das estruturas avaliadas, respectivamente. Já no aspecto medial, o exame ultrassonográfico mostrou perda do padrão ecográfico em 26,66% (8/30), espessamento ou sinais de desmite em 3,33% (1/30), áreas de densidade em 36,66% (11/30), sinais de entesopatia e presença de enteseófitos em 20% (6/30) e sinais de avulsão em 3,33% (1/30) das estruturas avaliadas (Figura 19).

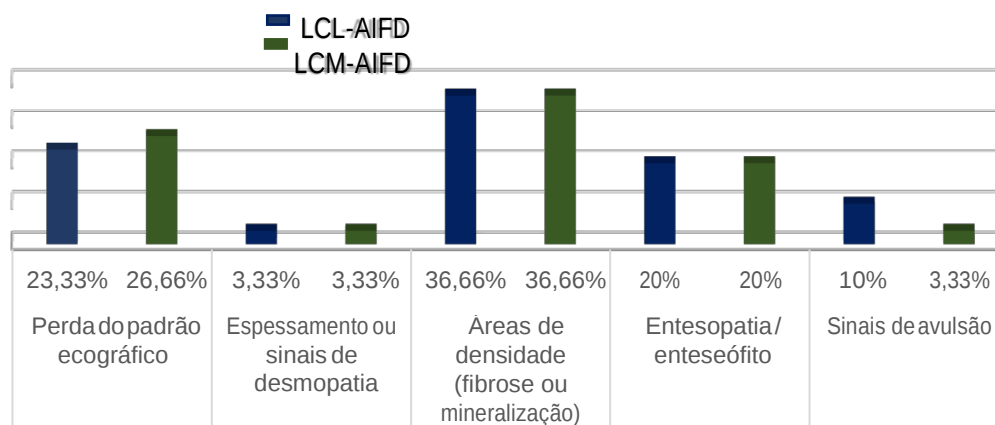


Figura 19 – Distribuição das alterações ultrassonográficas dos ligamentos colaterais laterais (LCL-AIFD) e mediais (LCM-AIFD) de 15 animais com sinais clínicos de dor palmar, segundo escala proposta por Restrepo e Canola (2018). Jaboticabal – SP, 2018.

Conforme demonstrado na figura 19, dentre as lesões evidenciadas nos ligamentos colaterais da articulação interfalângica distal, constatou-se maior perda do padrão ecográfico nos ligamentos colaterais mediais (26,66%) em relação às estruturas contralaterais (23,33%). Esta alteração ultrassonográfica foi a única com maior predominância nas estruturas mediais. Já, com relação à presença de sinais de avulsão, averiguou-se maior ocorrência de alterações ligamentos colaterais laterais (10%), em comparação aos ligamentos mediais (3,33%). Diferentemente, Turner e Sage (2002) e Dyson et al. (2004) reportaram maior incidência de lesões nas estruturas mediais, independentemente da lesão. Dentre as demais categorias, observou-se distribuição equivalente das alterações. A maior ocorrência de lesões no ligamento colateral medial da articulação interfalângica distal segundo Gutierrez-Nibeyro et al. (2009), poderia estar relacionada com um fenômeno biomecânico, explicado no contato inicial da parede lateral do casco com o chão, seguido do apoio do peso por parte do aspecto medial deste, sendo então a região medial do casco quem suportara uma maior força de reação ao chão durante a fase de estação. Do mesmo modo, Chateau et al. (2006) descreveram que a articulação interfalângica

distal apresenta uma rotação medial junto com um movimento de “lateromotion” na fase de recepção da passada, para posteriormente, apresentar uma rotação lateral da mesma enquanto o dígito faz o “breakover”.

5.2. Calcificação das cartilagens alares

Foi evidenciada calcificação das cartilagens alares em vários graus, de acordo com a escala desenvolvida por Ruohoniemi et al. (1993) (Figura 20).

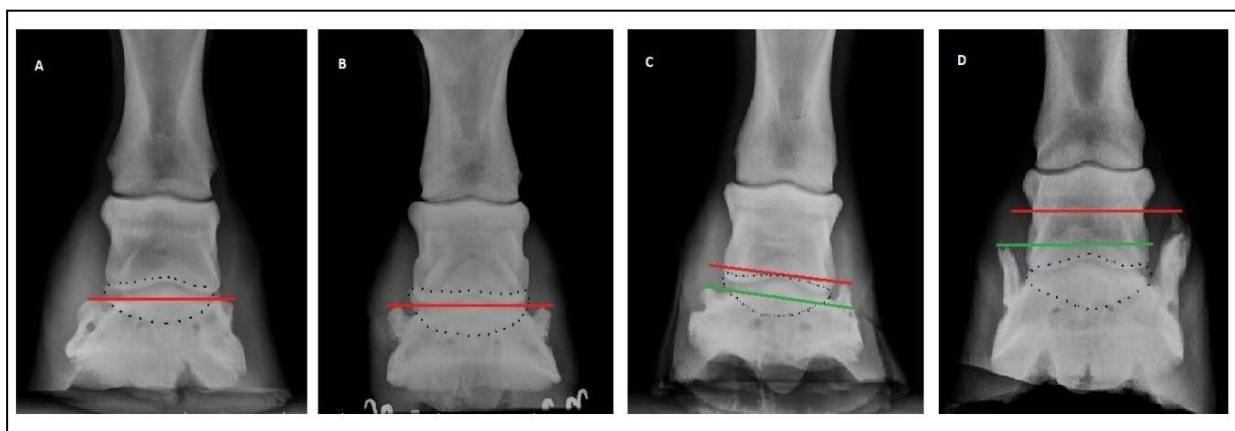


Figura 20 – Vista dorsopalmar a 0°, evidenciando calcificação das cartilagens alares em 15 cavalos com sinais clínicos de dor palmar, segundo escala de graduação proposta por Ruohoniemi et al. (1993). **A.** Calcificação simétrica grau 1 (linha vermelha); **B.** Calcificação simétrica grau 2 (linha vermelha); **C.** Calcificação assimétrica grau 2 (linha verde) e grau 3 (linha vermelha); **D.** Calcificação assimétrica grau 4 (linha verde) e grau 5 (linha vermelha). Jaboticabal – SP, 2018.

De um total de 30 membros torácicos avaliados, 25 (83,33%) apresentaram algum grau de calcificação das cartilagens alares. De um total de oito machos avaliados, sete exibiram sinais de alteração estrutural (87,5%), enquanto 100% das fêmeas avaliadas (7/7) exibiram sinais de alteração estrutural. Por outro lado, Ruohoniemi et al. (1993), ao avaliarem 87 cavalos finlandeses com calcificação das cartilagens alares, observaram maior ocorrência nas fêmeas (34,3%) em relação aos machos (11,9%).

Hedenström et al. (2014), observaram que esta alteração ocorre mais ativamente antes dos três anos de idade, e que a partir deste período, o quadro clínico tende a estabilizar. No presente estudo, foram examinados indivíduos com

idade média de 10 anos (4 – 10 anos). Portanto, segundo inferências dos autores, as alterações observadas nos animais avaliados, apresentavam-se consolidadas.

Observou-se simetria entre as calcificações das cartilagens lateral e medial, para o mesmo membro torácico (direito ou esquerdo), em 72% dos casos (18/25). Nos 28% restante (7/25), constatou-se assimetria, com maior remodelamento da cartilagem lateral [71,42% (5/7)]. Achados estes que corroboram Ruohoniemi et al. (1993), os quais reportaram maior remodelamento e comprometimento cartilagem lateral, em especial, com constatação de calcificações grau 4 – 5 na escala desenvolvida pelos autores. O maior envolvimento das cartilagens alares laterais também foi informado por Verschooten et al. (1996).

Das 50 cartilagens alares identificadas com sinais de calcificação, 22% apresentaram alteração grau 1 (11/50), 58% grau 2 (29/50), 4% grau 3 (2/50), 6% grau 4 (3/50) e 10% grau 5 (5/50) pela escala de Ruohoniemi et al. (1993) (Figura 21).

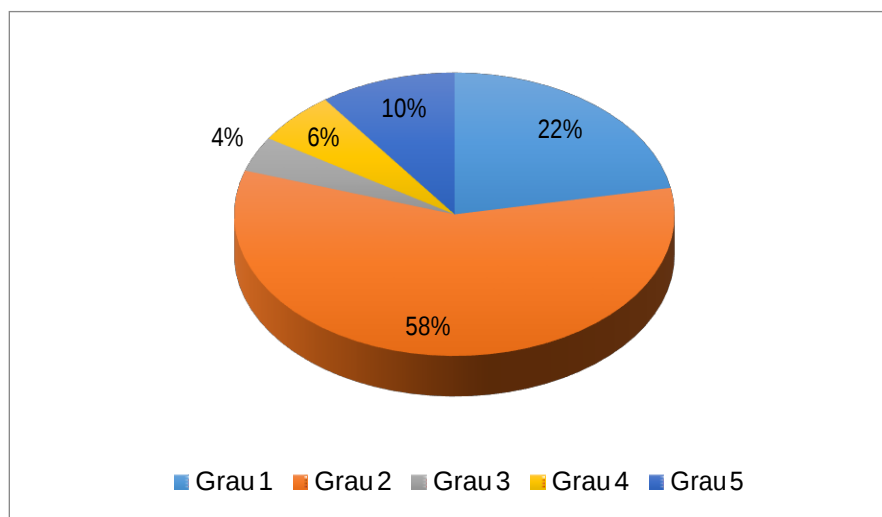
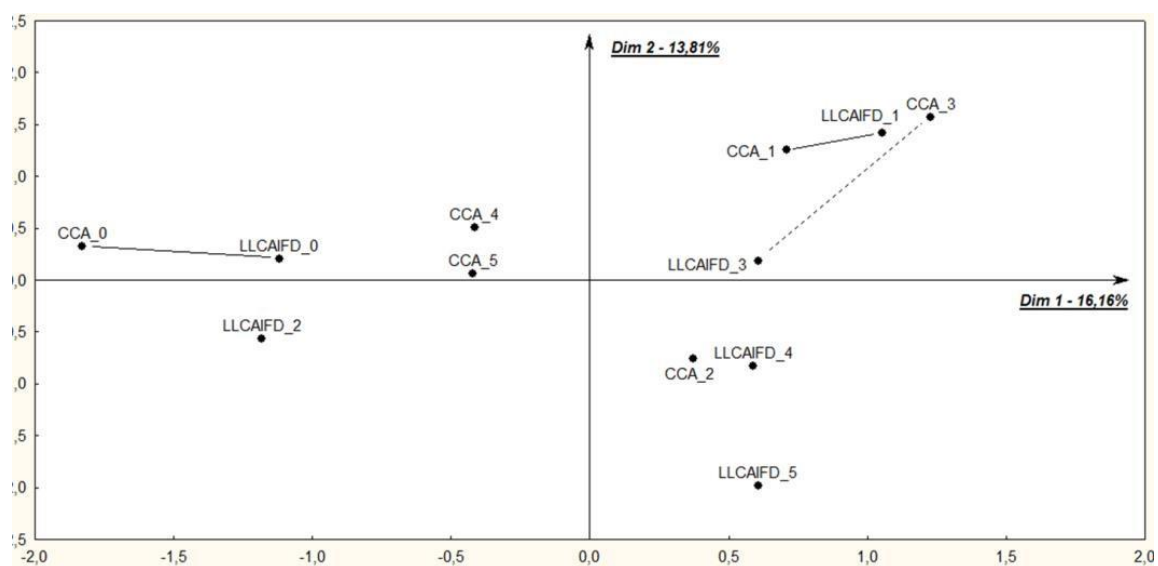


Figura 21 – Incidência de calcificação das cartilagens alares, segundo escala de graduação proposta por Ruohoniemi et al. (1993), após radiografia dorsopalmar a 0° dos dígitos nos membros torácicos de 15 animais com sinais clínicos de dor palmar. Jaboticabal – SP, 2018.

5.3. Correspondência entre a CCA e lesão do LC-AIFD

Levando em consideração a relação anatômica próxima entre o ligamento colateral da articulação interfalângica distal e a cartilagem alar no aspecto ipsilateral, buscou-se determinar a possível relação existente entre o grau de calcificação das cartilagens alares segundo a escala de Ruohoniemi et al. (1993) e o tipo de alteração ultrassonográfica encontrada nos ligamentos colaterais, segundo a escala proposta por Restrepo e Canola (2018) (quadro 1).

Quadro 1 – Mapa perceptual da análise de correspondência múltipla entre o grau de calcificação das cartilagens alares (RUOHONIEMI et al., 1993) e alteração ultrassonográfica ipsilateral do ligamento colateral da articulação interfalângica distal (RESTREPO; CANOLA, 2018), dos membros torácicos de 15 equinos com sinais clínicos de dor palmar. Jaboticabal – SP, 2018.



LLCAIFD_0 – Ligamento colateral (sem lesão); LLCAIFD_1 – Ligamento colateral (lesão grau 1); LLCAIFD_2 – Ligamento colateral (lesão grau 2); LLCAIFD_3 – Ligamento colateral (lesão grau 3); LLCAIFD_4 – Ligamento colateral (lesão grau 4); LLCAIFD_5 – Ligamento colateral (lesão grau 5); CCA_0 – Sem calcificação da cartilagem alar; CCA_1 – Calcificação da cartilagem alar grau 1; CCA_2 – Calcificação da cartilagem alar grau 2; CCA_3 – Calcificação da cartilagem alar grau 3; CCA_4 – Calcificação da cartilagem alar grau 4; CCA_5 – Calcificação da cartilagem alar grau 5

Pela análise multivariada, observou-se a relação entre ausência de calcificação das cartilagens alares (CCA_0) e higidez dos ligamentos colaterais ipsilaterais da articulação interfalângica distal (LLCAIFD_0). Da mesma forma, demonstrou-se correspondência entre a presença de calcificação discreta (grau 1)

e moderada (grau 3) das cartilagens alares com a perda do padrão ecográfico (LLCAIFD_1) e presença de áreas hiperecogênicas ou mineralizadas nos ligamentos colaterais da articulação interfalângica distal (LLCAIFD_3), respectivamente.

Embora a significância clínica da calcificação das cartilagens alares, segundo Sherlock e Mair (2006), continua sendo incerta, acredita-se que a presença de cartilagens com uma extensa área de calcificação, pode terminar exercendo uma maior proporção de forças que segundo Ruohoniemi et al. (1997), são transferidas por sobre outras estruturas do dígito, produzindo mudanças adaptativas, ou mesmo lesão das estruturas adjacentes. As cartilagens alares apresentam estruturas ligamentares que servem de ancoragem para as falanges do dígito. Segundo Dyson e Nagy (2011), as injúrias sobre estes ligamentos são mais frequentes na presença de calcificação das cartilagens. Na ressonância magnética, segundo Dyson e Murray (2010), tanto no ligamento condrocoronal, quanto no ligamento condrosesamoideo, são evidentes sinais de aumento de tamanho, perda da demarcação das margens do ligamento e uma reação nas enteses destes. Por outro lado, Denoix et al. (2011), relacionou o ligamento condrocoronal, e, o possível estresse sofrido por este na sua inserção na falange média, com formação de enteseófitos, concomitantes à presença de desmopatias do ligamento colateral ipsilateral da articulação interfalângica distal.

Alterações no ligamento colateral ipsilateral em presença de calcificação das cartilagens alares, já havia sido documentada por Lejeune et al. (2006) em estudo com 38 cavalos raça “Ardenner”, acompanhados do desmame até os 28 meses de idade. Neste, evidenciaram-se a presença de entesopatias no aspecto dorsal da falange distal e média. Segundo os autores, os achados condizem com lesão na inserção do tendão extensor comum dos dedos, na falange distal, e na inserção proximal do ligamento colateral da articulação interfalângica distal, na falange média, respectivamente.

Sendo assim, acredita-se que a calcificação das cartilagens alares seja um dos fatores desencadeantes do desenvolvimento de desmopatias dos ligamentos colaterais da articulação interfalângica distal. No entanto, crê-se que sua influência

na progressão das lesões ligamentares possa estar limitada à própria evolução da calcificação, a qual, segundo Hedenström et al. (2014), ocorreria de forma mais ávida até os três anos de idade. Reforça-se essa premissa pelo fato de não terem sido observadas associações entre as demais graduações da calcificação das cartilagens alares, para com as alterações ultrassonográficas dos ligamentos colaterais. A realização de avaliação seriada em animais, a partir do nascimento, conforme descrito por Lejeune et al. (2006), até os três anos de idade (Hedenström et al., 2014) seria importante para investigação e averiguação da relação entre ambas as alterações.

5.4. Tendão flexor profundo dos dedos

O tendão flexor profundo dos dedos foi avaliado através da ultrassonografia nas três regiões anatômicas segundo a posição deste com relação ao osso sesamoide distal (Figura 22).

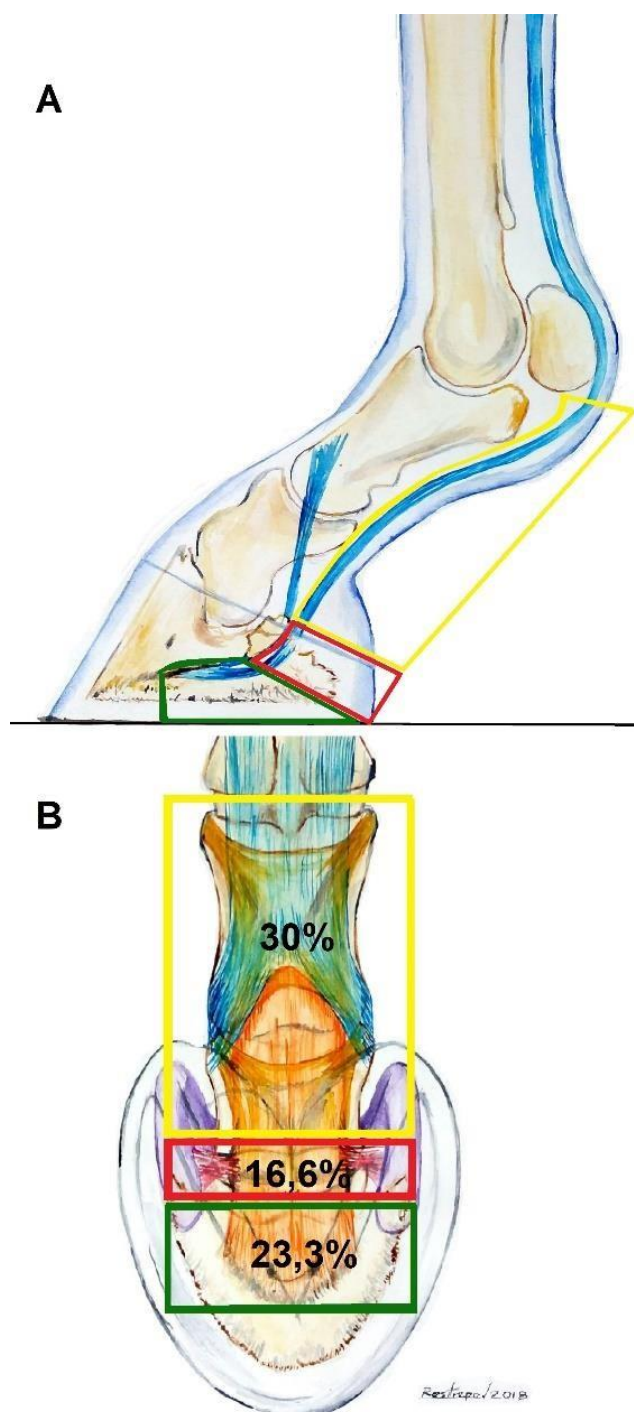


Figura 22 – Regiões anatômicas do tendão flexor profundo dos dedos (TFPD) avaliadas mediante ultrassonografia. **A.** Vista lateral do dígito. **B.** Vista palmar do dígito. Amarelo – região suprasesamoidea; vermelho – região sesamoidea; verde – região infrasesamoidea. Fonte: Arquivo pessoal. Jaboticabal – SP, 2018.

De um total de 30 TFPD avaliados à ultrassonografia, foram observadas alterações suprasesamoideanas em 30% das estruturas (9/30) (Figuras 23 e 24), sesamoideanas em 16,66% (5/30) e infrasesamoideanas em 23,33% (7/30). Do mesmo modo, em 20% (6/30) dos tendões avaliados, verificou-se injúria em apenas uma das três regiões anatômicas avaliadas.

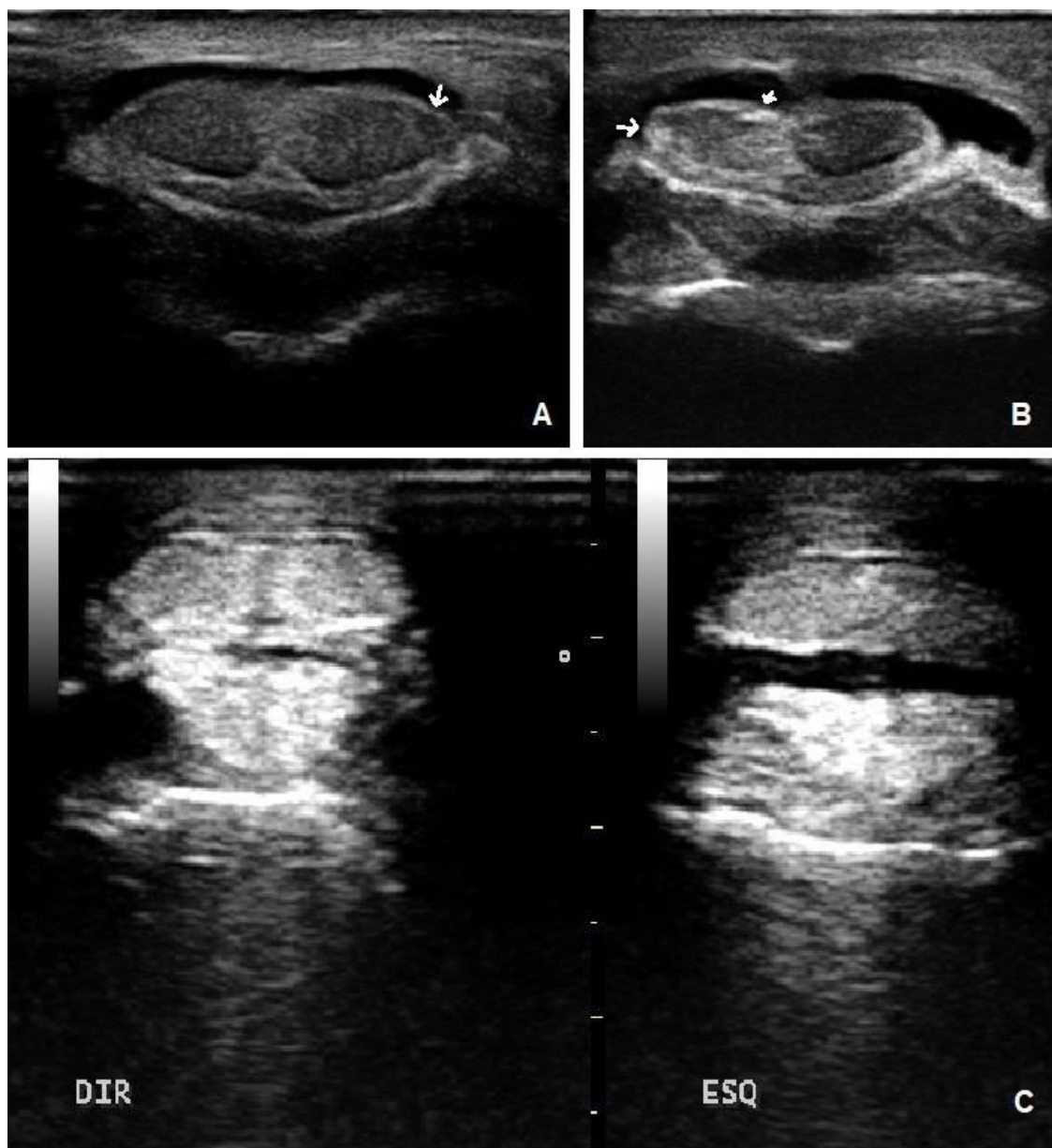


Figura 23– Alterações ultrassonográficas observadas na porção suprasesamoidea do tendão flexor profundo dos dedos (TFPD) em 15 cavalos com sinais clínicos de dor palmar. **A.** Assimetria discreta do lobo lateral do TFPD, com presença de lesão marginal no mesmo lobo (seta) e distensão da bainha tendínea digital sinovial; **B.** Aumento de ecogenicidade do lobo medial do TFPD, com presença de áreas hiperecogênicas, compatíveis com mineralização ou fibrose (setas) e distensão mais pronunciada da bainha tendínea digital sinovial; **C.** Perda da arquitetura tendínea no membro torácico esquerdo. (Corte transversal: medial – esquerda; lateral – direita) Jaboticabal – SP, 2018.

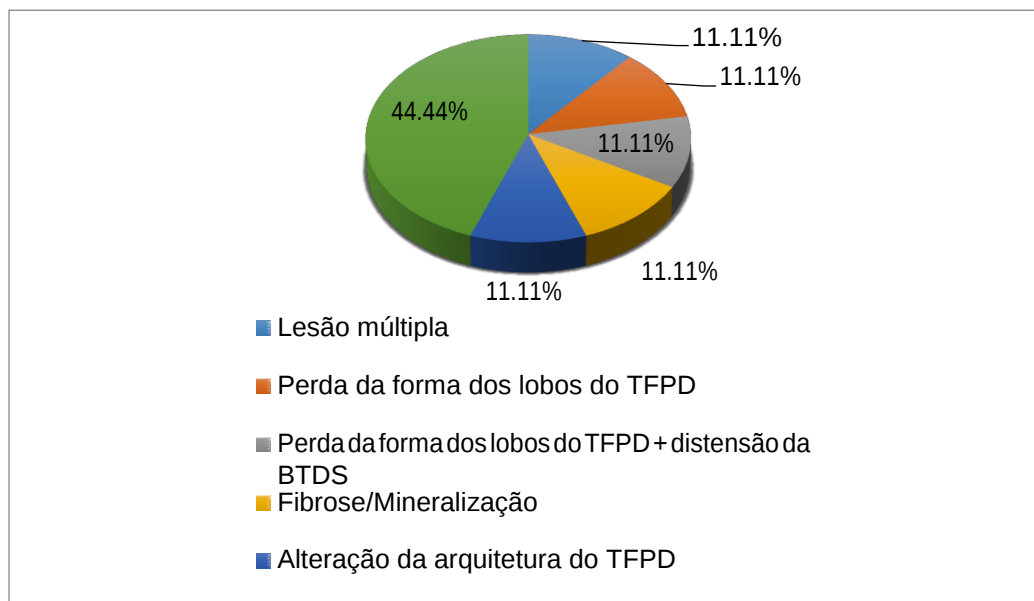


Figura 24 – Distribuição das alterações observadas no tendão flexor profundo dos dedos (TFPD), à avaliação ultrassonográfica da região suprasesamoideana dos membros torácicos de nove dos 15 equinos com sinais clínicos de dor palmar. Jaboticabal – SP, 2018.

Em outros 10% (3/30) constatou-se ocorrência de lesões nas três regiões. Essas observações reforçam as descrições de Dyson (2011), que afirma que determinadas lesões no tendão flexor profundo dos dedos, de ocorrência na porção palmar da quartela, podem se estender mais distalmente, até a inserção do tendão na face flexora de F₃. Da mesma forma, esses achados corroboram Schramme (2011), o qual reporta que a presença de alterações no TFPD na porção palmarodistal da quartela seria indicativo de lesão de maiores proporções no seu aspecto mais distal.

Apenas 1/9 (11,11%) dos animais com alterações ultrassonográficas na porção suprasesamoideana do TFPD apresentou lesões múltiplas, caracterizadas por assimetria dos lobos do TFPD, perda da arquitetura tendínea, sinais de mineralização e fibrose, distensão da bainha tendínea digital sinovial e aderência

entre o lobo medial do TFPD e a porção medial do TFSD. Somente neste caso houve sinais de comprometimento do TFSD (Figura 25).

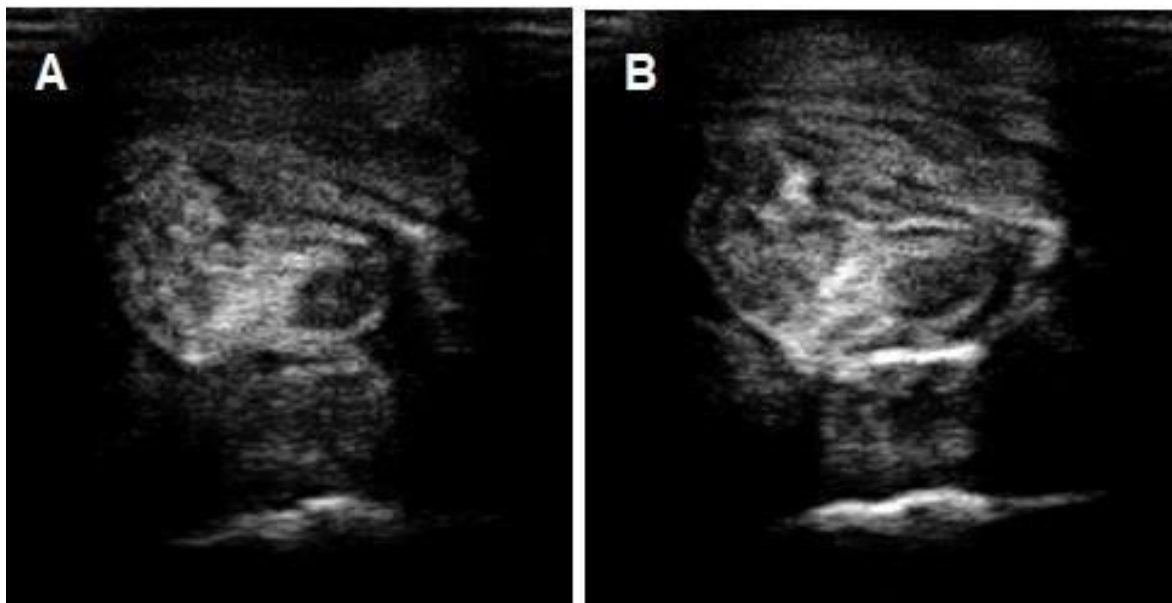


Figura 25 – Corte transversal do tendão flexor profundo dos dedos sobre a região F_{1B}, com presença de fibrose e mineralização, perda da arquitetura, distensão da bainha tendínea digital sinovial, assimetria dos lobos do TFPD e aderência entre o lobo medial e a porção medial do TFSD. **A.** focos hiperecogênicos no interior do lobo medial do TFPD; **B.** Borda irregular do lobo medial do TFPD. (Vista transversal: medial – esquerda; lateral – direita). Jaboticabal – SP, 2018.

Notou-se ainda perda da forma dos lobos do tendão flexor profundo dos dedos (assimetria), como único achado em 11,11% (1/9); Em outros 11,11% (1/9) verificou-se assimetria dos lobos do TFPD, acompanhada com distensão da BTDS; sinais condizentes com fibrose ou mineralização de fibras foram constatados em outros 11,11% (1/9), assim como sinais de alteração da arquitetura tendínea, na mesma proporção [11,11% (1/9)]. No restante dos animais [44,44% (4/9)], constatou-se apenas distensão da bainha tendínea digital sinovial.

As alterações observadas à avaliação ultrassonográfica da porção suprasesamoideana, foram similares às descrições de Seignour et al. (2011). Os autores observaram espessamento de um ou ambos os lobos do TFPD, com ou

sem tecido de granulação. Além disso, descreveram a presença de rupturas, caracterizadas pela presença de feixes hiperecogênicos e zonas hiperecogênicas, produto de fibrose, mineralização ou calcificação tecidual, ou metaplasia óssea.

O'Brien e Smith (2017) observaram sinais ultrassonográficos característicos de mineralização no TFPD em 10 de 27 animais. Segundo os autores, esta foi a estrutura com maior incidência deste tipo de alteração. No entanto, a implicância clínica do achado não foi evidenciada. Segundo Dyson (2011), lesões no TFPD estão diretamente relacionadas à distensão da BTDS. A presença de lesões tendíneas pode ser uma complicação decorrente da distensão crônica da bainha, de acordo com a autora.

Geralmente a distensão da BTDS é produto de lesões marginais ou rupturas tendíneas. Smith e Wright (2006), ao avaliarem 76 casos, reportaram presença de distensão da BTDS em 55 (72%). Destes, constatou-se que 45 (59%) tiveram sua origem em lesões marginais do TFPD. A distensão da BTDS, sem presença de lesão no TFPD, pode ter origem outra estrutura que compartilha o mesmo ambiente sinovial, tal como o TFSD ou a *manica flexoria* (Smith e Wright, 2006).

Dos 15 animais avaliados, somente quatro (26,66%) apresentaram sinais da alteração ultrassonográfica na porção sesamoidea do TFPD. Segundo Dyson e Murray (2007) e Sampson et al. (2009), a apresentação de lesões no TFPD ao nível do osso navicular e aspecto proximal da bursa do navicular, são mais comuns do que na sua inserção na face solear da falange distal (região infrasesamoideana).

Em cinco dos oito (62,5%) membros torácicos os quais foram constatadas lesões à ultrassonografia desta região foram verificadas alterações na *fascies flexora* e osso subcondral do sesamoide distal. Ambas as alterações ósseas estão diretamente relacionadas ao TFPD, já que sua superfície dorsal fica em estreito contato com a *fascies flexora* do osso navicular (Figura 26).

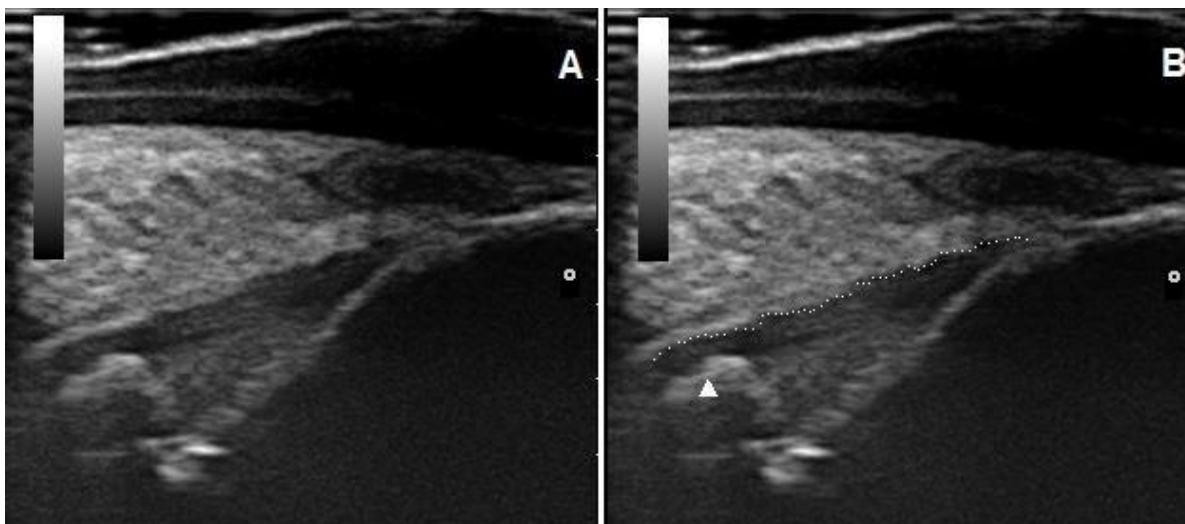


Figura 26 – **A.** Avaliação ultrassonográfica transcuneal (corte sagital) de equino apresentando sinais clínicos de dor palmar no membro torácico esquerdo. **B.** Demarcação das alterações presentes em **A.**, observando-se perfil palmar ondulado do tendão flexor profundo dos dedos (TDFP) (linha pontilhada), acompanhada de erosão da *fascies flexora* do osso navicular e espessamento do osso subcondral (seta) (Corte sagital: palmar – esquerda; dorsal – direita). Jaboticabal – SP, 2018.

Através de achados de necropsia e estudos histopatológicos, tem se considerado, a fibrilação da superfície dorsal do TFPD, como uma alteração secundária aos processos degenerativos da fibrocartilagem palmar do osso navicular (Pool et al., 1989; Wright et al., 1998). Porém, Dyson et al. (2006) sugeriram que lesões tendíneas tais como fibrilação ou “splitting” parasagital do TFPD poderiam causar erosão secundária na *fascies flexora* do osso navicular.

A ondulação do perfil palmar (solear) do TFPD foi evidente como único achado em 60% dos TFPD alterados nesta região (3/5). Sendo que um dos cavalos a apresentou bilateralmente. Em outros 20% (1/5), a lesão foi acompanhada por erosão da *fascies flexora* do osso navicular, caracterizada pela erosão e espessamento do osso subcondral (Figura 27). Segundo Busoni et al. (2006), essa alteração no TFPD está sempre associada ao deslizamento tortuoso do tendão por

sobre a superfície flexora do osso navicular. Esta modificação funcional, por sua vez, é decorrente de variações na *fascies* flexora do osso sesamoide distal.

Jacquet e Denoix (2012) reportaram a utilidade da ultrassonografia na avaliação da superfície óssea do navicular. Segundo estes autores, achados como superfície óssea rugosa, aumento da ecogenicidade do osso compacto (sinal de lise ou fibrose) e penetração do eco no osso esponjoso, são alterações comuns passíveis de serem encontradas à ultrassonografia transcuneal.

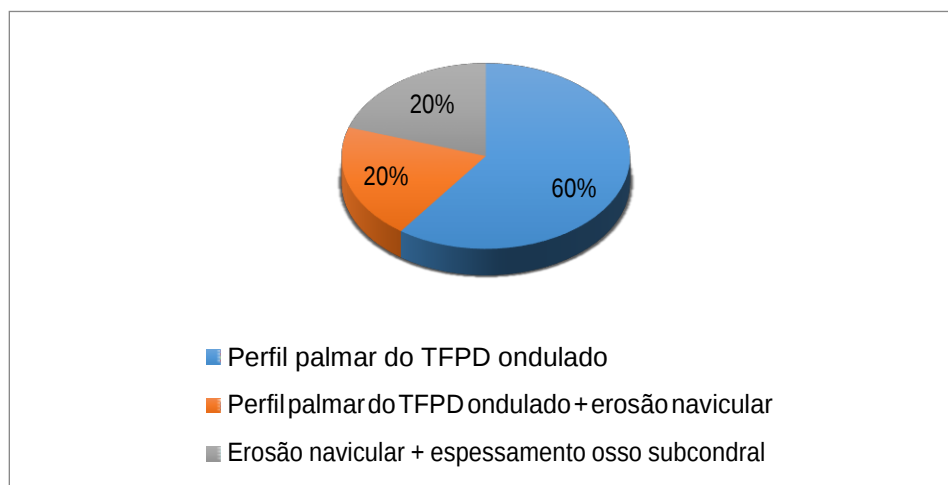


Figura 27 – Distribuição das alterações observadas no tendão flexor profundo dos dedos (TFPD), à avaliação ultrassonográfica da região sesamoideana dos membros torácicos de quatro dos 15 equinos com sinais clínicos de dor palmar. Jaboticabal – SP, 2018.

Por último foi avaliado o TFPD em sua porção infrasesamoideana. Nesta, em cinco dos 15 cavalos avaliados (33,33%) evidenciaram-se sinais ultrassonográficos condizentes com presença de lesão. Destes, em sete (70%) das dez estruturas avaliadas foi observada lesão infrasesamoideana. A distribuição dos achados ultrassonográficos esta discriminada na figura 28.

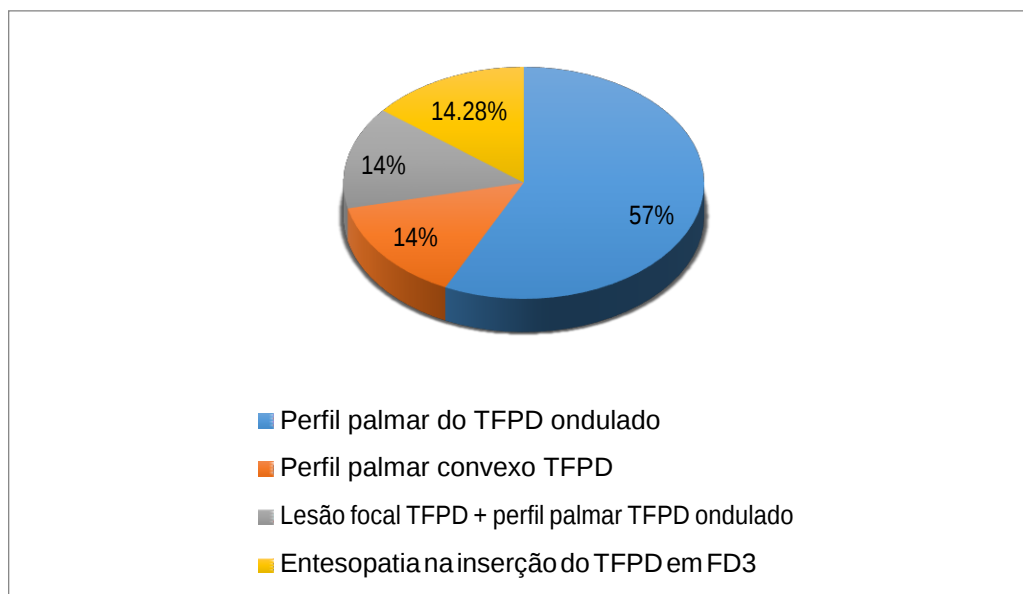


Figura 28 – Distribuição das alterações observadas no tendão flexor profundo dos dedos (TFPD), à avaliação ultrassonográfica da região infrasesamoideana dos membros torácicos de cinco dos 15 equinos com sinais clínicos de dor palmar. Jaboticabal – SP, 2018.

A ondulação do tendão flexor profundo dos dedos no perfil palmar (solear), evidenciada na porção sesamoidea do TFPD, foi também observada em 57,14% dos TFPD lesionados nesta região (4/7). Em 14,28% (1/7) das estruturas, evidenciou-se formato convexo do TFPD na região infrasesamoidea. Esta alteração, antes descrita por Busoni et al. (2006), está relacionada com o aumento de tamanho e espessamento do TFPD.

Somente em 14,28% dos tendões lesionados na porção infrasesamoidea (1/7) foi possível detectar lesão focal no interior da estrutura tendínea, em associação à ondulação no perfil palmar (solear), constituindo uma lesão múltipla. Adicionalmente, 14,28% dos tendões avaliados (1/10), apresentaram sinal compatível com entesopatia na inserção do TFPD à face palmar da falange distal. De acordo com Blunden et al. (2009) está é a localização mais comum de ocorrência de lesão na porção infrasesamoideana do tendão (20 mm distais do TFPD). Segundo Busoni et al. (2006), a superfície palmar óssea da falange distal deve ser

regular. Sinais de irregularidades na superfície podem indicar presença de entesopatias na inserção do TFPD (Figura 29).

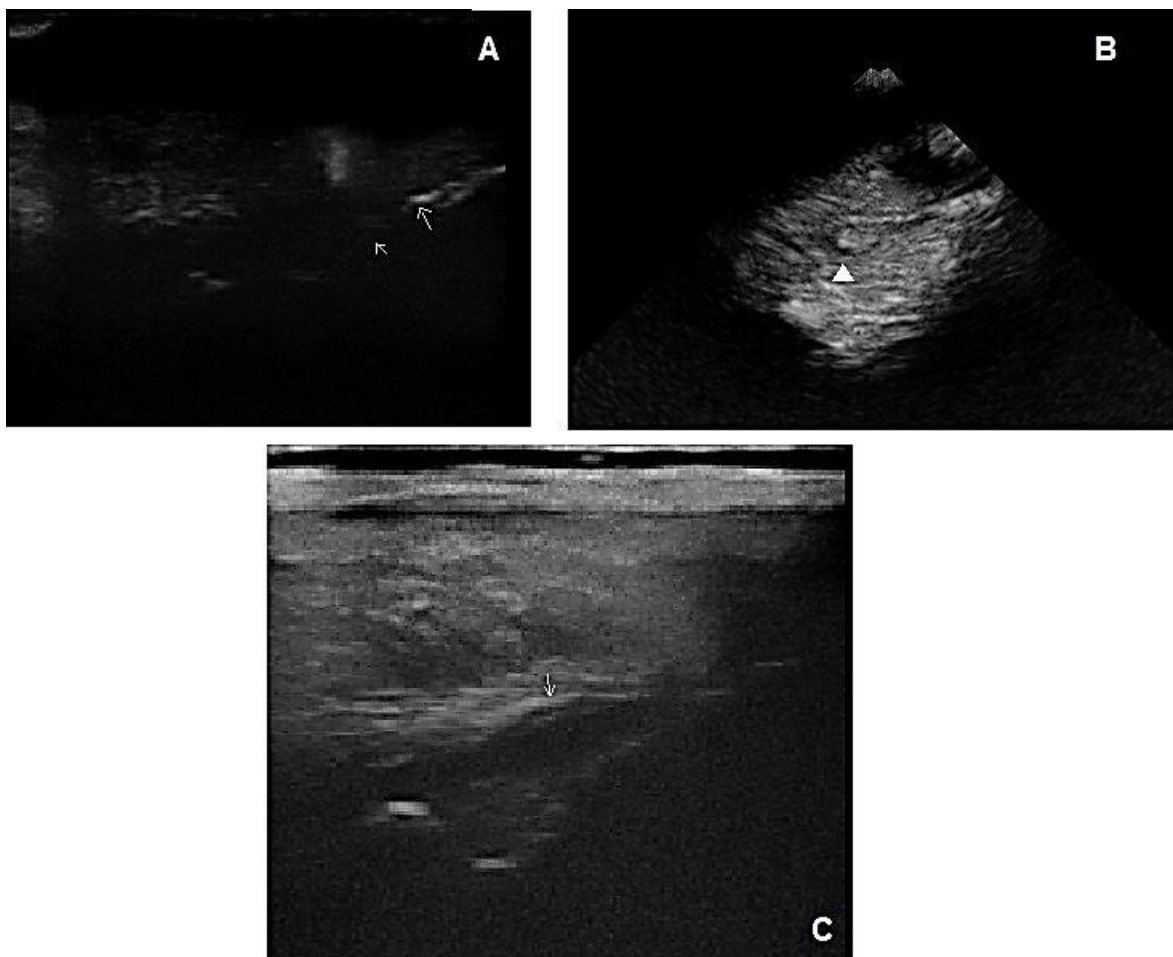


Figura 29 – Abordagem transcuneal da porção infrasesamoideana do tendão flexor profundo dos dedos (TFPD). **A.** Corte sagital, com transdutor linear de 7,5MHz, evidenciando superfície irregular (setas) da face solear da falange distal, compatível com entesopatia do TFPD. **B.** Corte sagital com transdutor microconvexo de 8,0 MHz, evidenciando uma lesão focal no interior do TFPD (seta). **C.** Corte sagital, com transdutor linear de 7,5 MHz, evidenciando perfil palmar convexo do TFPD (seta), compatível com espessamento do tendão. (Sagital: palmar – esquerda; dorsal – direita). Jaboticabal – SP, 2018.

5.5. Ligamento sesamoideo distal ímpar

O ligamento sesamoideo distal ímpar (LSDI) é passível de avaliação durante análise ultrassonográfica transcuneal da infrasesamoidea, assim como o TFPD e o perfil ósseo da superfície palmar da falange distal, a qual serve como ponto de inserção para o TFPD e o LSDI. Dos 15 cavalos avaliados, quatro (26,66%) apresentaram sinais ultrassonográficos indicativos da presença de lesão nessa estrutura, tanto no corpo quanto em na inserção (Figura 30). Destes, a presença de lesão foi evidente em 75% (6/8) dos LSDI avaliados (Figura 31).

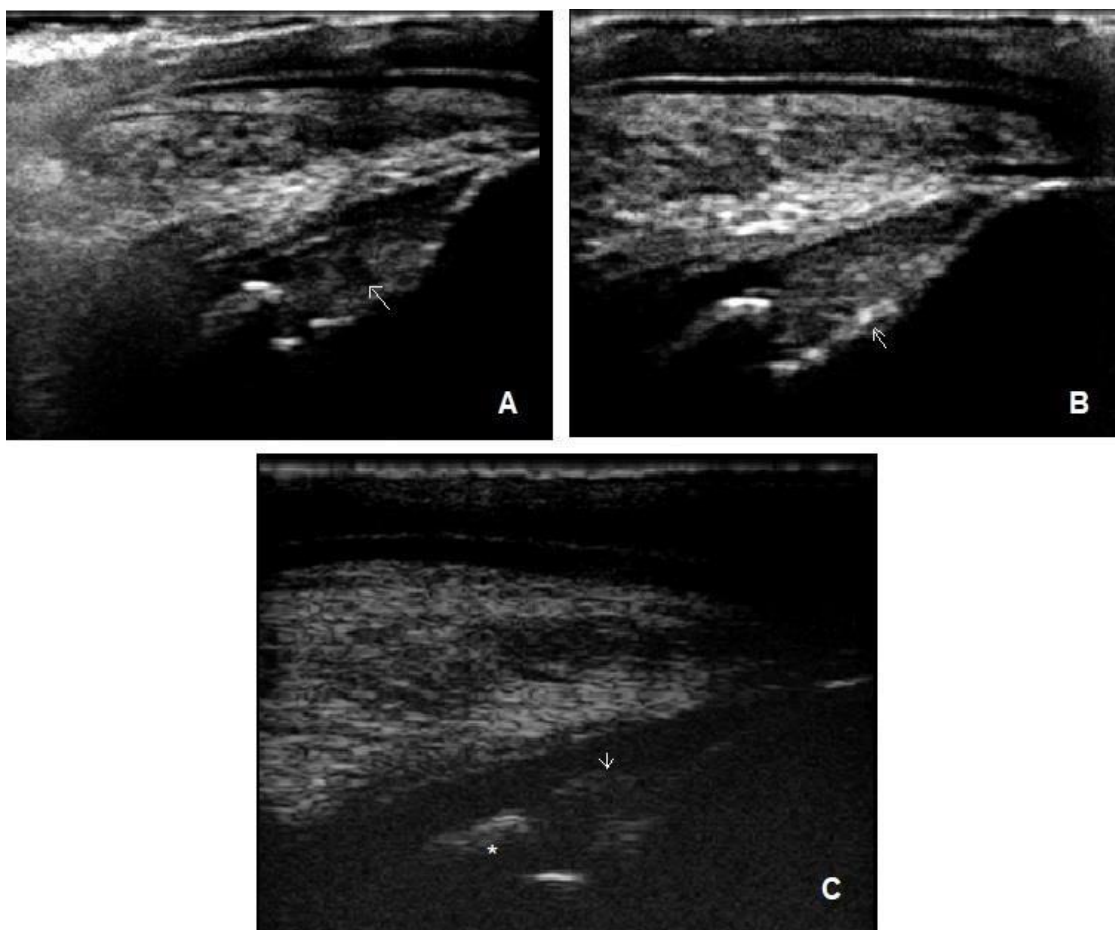


Figura 30 – Avaliação ultrassonográfica transcuneal de equinos com sinais clínicos de dor palmar nos membros torácicos. **A.** Presença de lesão focal hipoeecogênica no ligamento sesamoideo distal ímpar (LSDI) (seta). **B.** Enteseófito na inserção do LSDI, na face solear da falange distal (seta). **C.** Espessamento do osso subcondral do osso navicular (asterisco) e perfil palmar convexo do LSDI, compatível com espessamento do ligamento (seta). (Sagital: palmar – esquerda; dorsal – direita). Jaboticabal – SP, 2018.

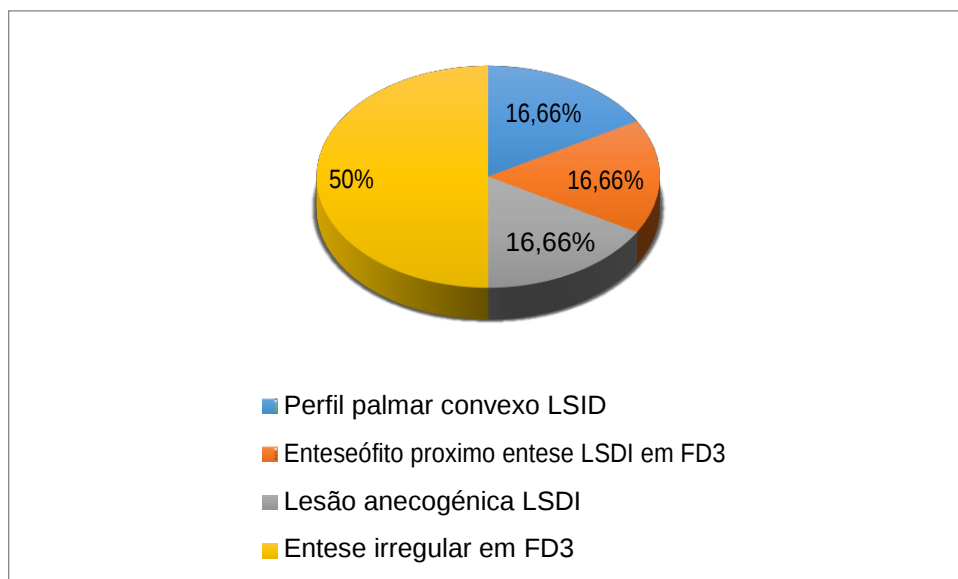


Figura 31 – Distribuição das alterações observadas no ligamento sesamoideo distal ímpar (LSDI), à avaliação ultrassonográfica da região infrasesamoideana dos membros torácicos de quatro dos 15 equinos com sinais clínicos de dor palmar. Jaboticabal – SP, 2018.

Dos seis dígitos que mostraram sinais ultrassonográficos compatíveis com lesão no ligamento sesamoideo distal ímpar, 16,66% (1/6) apresentaram perfil palmar (solear) convexo do LSDI, condizente com espessamento da estrutura (BUSONI et al., 2006). Outros 16,66% (1/6) apresentaram enteseófitos na inserção do LSDI na falange distal. Jacquet e Denoix (2011), as alterações ultrassonográficas no LSDI são as menos frequentes. Quando ocorrem, localizam-se principalmente em sua origem ou inserção. A ocorrência de enteseófitos e aumento da ecogenicidade óssea nas inserções do LSDI, também haviam sido mencionadas por Jacquet e Denoix (2011).

Adicionalmente, em 16,66% (1/6) das estruturas, observou-se lesão anecoicas no íntimo do ligamento. Busoni et al. (2006) recomendam comparar a ecogenicidade do LSDI à do TFPD. A presença de padrão mais heterogêneo do ligamento em relação ao tendão seria sinal indicativo de injúria. Os 50% restantes (3/6) apresentaram entese irregular na face palmar da terceira falange. Segundo Bussoni et al. (2006), essa característica estaria associada à presença de lesão.

5.6. Coxim digital

Além das estruturas anteriores, avaliou-se também a espessura do coxim digital durante os exames transcuneais de nove dos 15 animais avaliados (60%). A espessura foi estimada em milímetros (mm) e os valores obtidos estão informados na tabela 6.

Tabela 6 – Espessura dos coxins digitais dos membros torácicos, mensuradas mediante abordagem ultrassonográfica transcuneal de nove dos 15 equinos com sinais de dor palmar. Jaboticabal – SP, 2018.

ANIMAL	MTE	MTD
5	10,3 mm	10,1 mm
6	14,1 mm	13,7 mm
7	11,1 mm	11,5 mm
8	10,1 mm	9,0 mm
9	10,7 mm	10,7 mm
10	10,6 mm	10,6 mm
11	11,2 mm	11,1 mm
12	10,2 mm	10,4 mm
14	10,4 mm	10,9 mm

mm – milímetros; MTE – membro torácico esquerdo; MTD – membro torácico direito.

A mediana dos valores obtidos nos 18 coxins digitais mensurados dos animais avaliados foi de 10,65 mm (9 mm – 14 mm). Valor este pouco maior àquele reportado por Sage e Turner (2002), os quais obtiveram dimensões entre 10,02 e 10,13 mm em cinco cavalos (quatro Quarto de Milha e um Paint Horse). Os indivíduos identificados com os números 6, 7 e 11, apresentaram as maiores espessuras dos coxins, com valores bem superiores aos informados por Sage e Turner (2002). Os indivíduos 6 e 7, são animais pertencentes à raça Puro Sangue Árabe, enquanto o indivíduo 11 é um exemplar mestiço. O indivíduo 6 apresentou, ao exame ultrassonográfico transcuneal, um perfil palmar convexo e ondulado do TFPD, com erosão da *fascies flexora* do osso navicular no membro torácico esquerdo. O indivíduo 7 apresentou perfil palmar ondulado do TFPD no membro torácico esquerdo, e perfil palmar convexo do LSDI no membro torácico direito,

acompanhado de erosão na *fascies flexora* do osso navicular. Já no caso do indivíduo número 11, não foram evidentes alterações nas estruturas presentes dentro do estojo córneo. Adicionalmente, o indivíduo número 8, o qual continha uma dimensão de coxim no membro torácico direito, muito aquém da informada por Sage e Turner (2002), não apresentou nenhuma alteração à ultrassonografia transcuneal.

Segundo Bicalho et al. (2009), a espessura do coxim digital, é um dado excelente para predizer claudicação em bovinos, já que esta estrutura está relacionada à absorção de impacto no momento do apoio do dígito. Porém, nos equinos, segundo Bowker (1998), um coxim digital bem desenvolvido, além de espessura adequada, necessita de constituinte fibrocartilaginoso. Métodos diagnósticos como a elastografia, anteriormente utilizada para mensuração da rigidez ou elasticidade das estruturas tendíneas do metacarpo em equinos (Lustgarten et al., 2014), poderiam ser úteis no estudo estrutural do coxim digital, como parte do sistema dissipador da energia do dígito nos equinos.

5.7. Ligamento sesamoideo reto

A desmopatia do ligamento sesamoideo reto, segundo Dyson e Genovese (2011), não é uma causa comum de claudicação, mas tende a se apresentar com maior frequência nos membros torácicos, concomitantemente a lesões nos ligamentos sesamoideos oblíquos, podendo influenciar assim o prognóstico do quadro. Dos 15 cavalos objeto do estudo, oito (53,33%) apresentaram sinais ultrassonográficos indicativos de alterações (lesão) nesta estrutura. Dyson e Genovese (2011) reportaram como alterações mais importantes o aumento de tamanho do ligamento, com consequente redução do espaço entre ele e o TFPD. Além disso, enfatiza-se a redução focal difusa da ecogenicidade.

Em 37,5% (3/8) dos cavalos, sinais compatíveis com lesão do ligamento sesamoideo reto foram observados no membro torácico esquerdo, enquanto em 50% (4/8), no membro torácico direito. No restante [12,5% (1/8)], evidenciaram-se lesões bilaterais. De um total de 30 LSR avaliados, em apenas nove (30%) evidenciaram-se sinais indicativos de injúria (Figura 32).

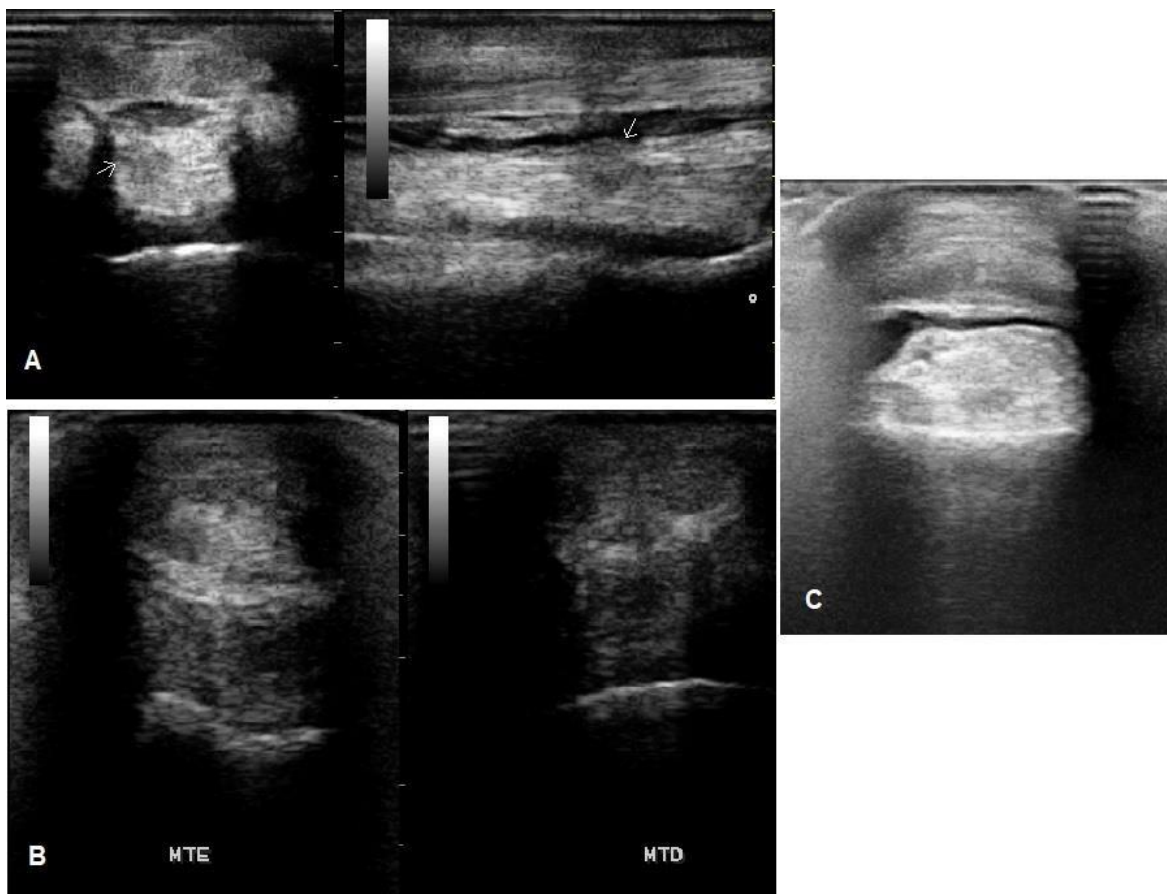


Figura 32 – Principais alterações observadas à avaliação ultrassonográfica do ligamento sesamoideo reto (LSR) de oito dos 15 animais com sinais clínicos de dor palmar. **A.** Lesão focal hipoeecogênica do LSR (setas), (esquerda – corte transversal; direita – corte sagital). **B.** Corte transversal evidenciando desmopatia do LSR no membro torácico esquerdo em relação ao ligamento contralateral. **C.** Corte transversal evidenciando presença de padrão heterogêneo no LSR. (Corte trasversal: medial – esquerda; lateral – direita. Corte sagital: proximal: esquerda; distal – direita). Jaboticabal – SP, 2018.

Dos nove LSR com indícios de lesão à ultrassonografia, 11,11% (1/9) apresentaram lesões múltiplas caracterizadas com tipo 1 e 2 (hipoeecogenicidade e presença de áreas de mineralização ou fibrose) (Figura 33) na estrutura ligamentar. Em outros 33,33% (3/9) identificaram-se lesões múltiplas tipo 3 e 4 (espessamento ou sinais de desmite, e perda do padrão de fibras, ou seja, no padrão heterogêneo)

em, ao menos, um dos LSR. No restante dos animais, constatou-se a presença de lesões isoladas tipo 1 (hipoecogenicidade) [22,22% (2/9)], tipo 2 (Áreas de mineralização e fibrose) [22,22% (2/9)] e tipo 3 (Espessamento ou sinais de desmite) [11,11% (1/9)].

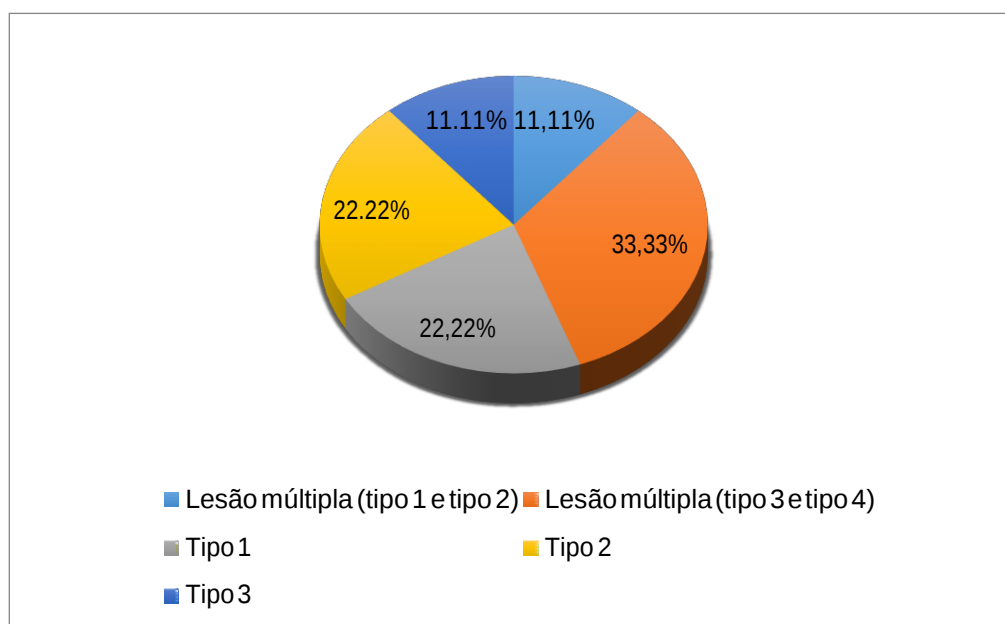


Figura 33 – Distribuição das alterações observadas no ligamento sesamoideo reto (LSR), à avaliação ultrassonográfica da região infrasesamoideana dos membros torácicos de nove dos 15 equinos com sinais clínicos de dor palmar. Tipos de lesão: 1 – hipoecogenicidade; 2 – áreas de mineralização e fibrose; 3 – espessamento ou sinais de desmite; 4 – perda do padrão de fibras (padrão heterogêneo). Jaboticabal – SP, 2018.

5.8. Ligamentos sesamoideos oblíquos

Sinais ultrassonográficos indicativos de lesão nos LSObs foram evidenciados em sete (46,66%) dos 15 cavalos avaliados no estudo. De acordo com Dyson e Genovese (2011), na origem e inserção dos ligamentos sesamoideos oblíquos (base dos sesamoides proximais e aspecto distal palmar da falange proximal, respectivamente), podem ser evidenciados sinais ultrassonográfico condizentes com presença de enteseófitos e fragmentos ósseos de bordas bem delimitadas,

compatíveis com fraturas antigas por avulsão. Segundo os autores, estes achados nem sempre são acompanhados sinais clínicos.

Também se podem observar áreas hiperecogênicas relacionadas com mineralização, conforme relato de O'Brien e Smith (2017).

Dos sete exemplares com presença de alteração ultrassonográfica nos LSObs, dois (28,57%) apresentaram lesão no MTE, e em três (42,85%) constatou-se lesão no MTD. Nos dois animais restantes (28,57%), as alterações estavam presentes nos dois membros (lesão bilateral). Destes, constatou-se a presença de injúria em 15 ligamentos sesamoideos oblíquos e seis tipos de alterações estruturais foram identificadas à ultrassonografia (Figura 34).

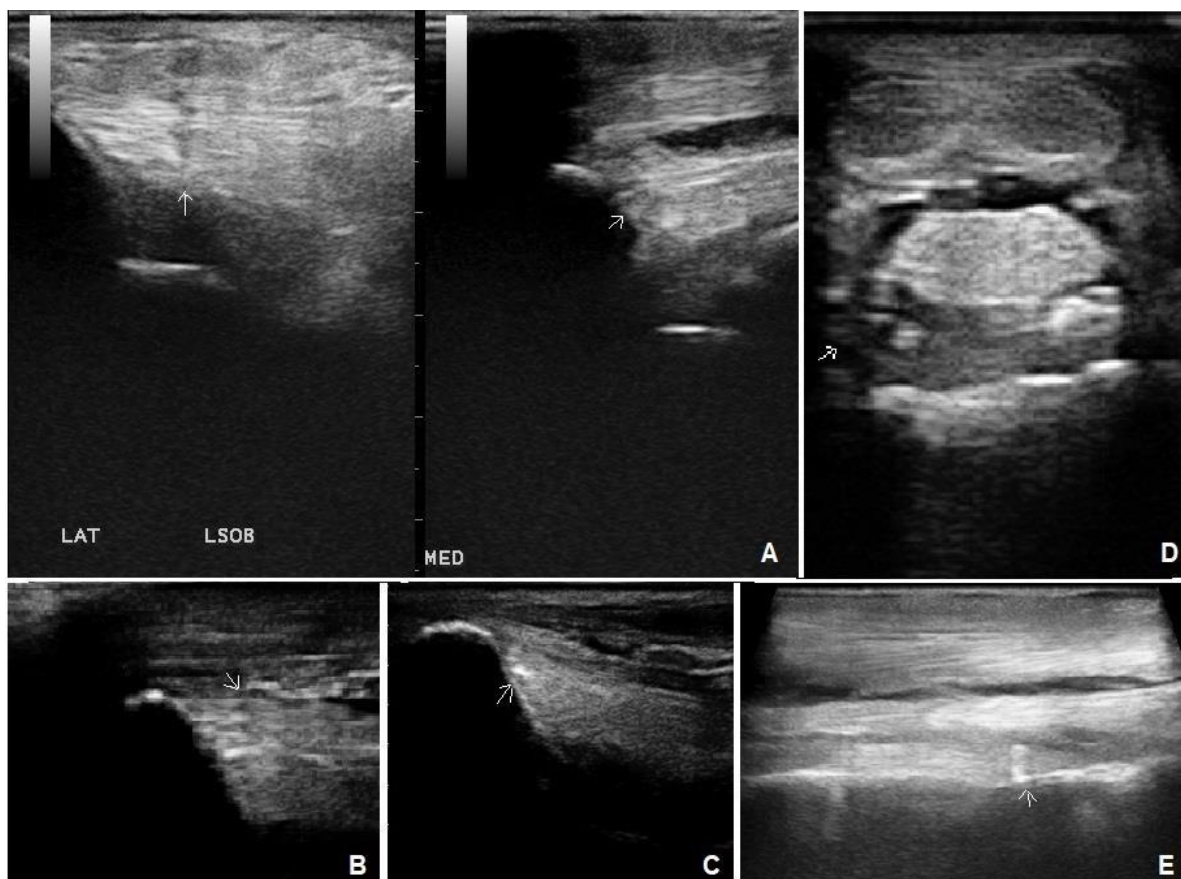


Figura 34 – Principais alterações observadas à avaliação ultrassonográfica dos ligamentos sesamoideos oblíquos (LSObs) de sete dos 15 animais com sinais clínicos de dor palmar. **A.** Corte sagital de dois LSOb evidenciando padrão heterogêneo e ruptura de fibras (seta) no LSOb lateral (esquerda) e sinais de entesopatia (seta) na inserção proximal do LSOb medial (direita). **B.** Corte sagital do LSOb evidenciando área hiperecogênica compatível com fibrose ou mineralização. **C.** Corte sagital do LSOb evidenciando presença de enteseófito na inserção proximal (seta). **D.** Corte transversal evidenciando o aumento de tamanho e perda de ecogenicidade do LSOb medial (seta). **E.** Corte longitudinal demonstrando foco hiperecogênico compatível com enteseófito na inserção dos LSOb. (Sagital: proximal – esquerda; distal – direita. Transversal: medial – esquerda; lateral – direita). Jaboticabal – SP, 2018.

Dos 15 LSOb constatados com injúria, apenas cinco (35,71%) apresentaram lesões isoladas. No restante, observou-se a presença de alterações múltiplas. A distribuição das principais lesões está evidenciada na figura 35. O

segmento lateral compreendeu as alterações ultrassonográficas evidenciadas em 60% (9/15) das estruturas avaliadas, enquanto o medial, nas 40% (6/15) restantes.

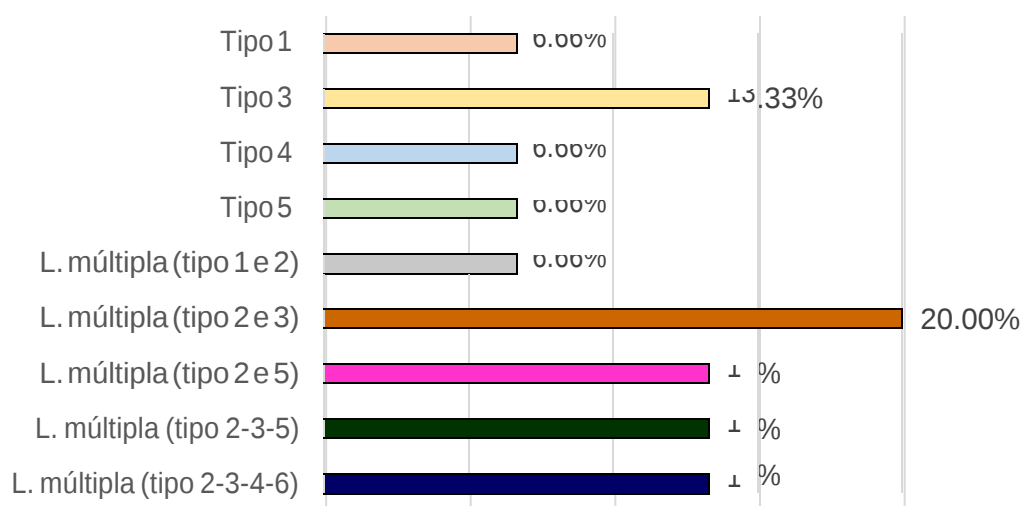
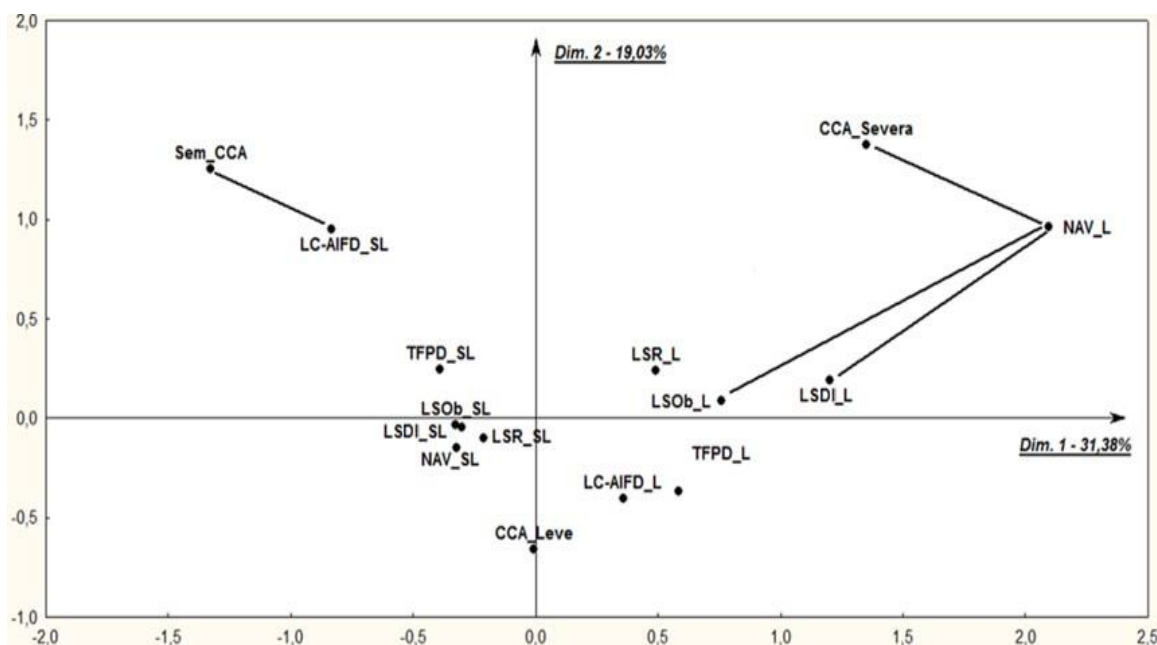


Figura 35 – Incidência de alterações diagnosticadas nos ligamentos sesamoideos oblíquos (LSObs), evidenciadas à avaliação ultrassonográfica de sete dos 15 equinos com sinais de claudicação relacionados à porção distal dos membros torácicos. Tipos de lesão: 1 – aumento de tamanho; 2 – padrão heterogêneo e ruptura de fibras; 3 – fibrose ou mineralização; 4 – entesopatia na inserção proximal; 5 – enteseófito proximal; 6 – enteseófito distal. Jaboticabal – SP, 2018.

5.9. Correspondência entre as estruturas na porção distal do dígito

Por meio da análise multivariada de correspondência múltipla buscou-se identificar a inter-relação entre as lesões identificadas nas diferentes estruturas tendíneas e ligamentares da porção distal do dígito, e a presença de calcificação das cartilagens alares, em seus diferentes graus, em 15 animais com sinais clínicos de dor palmar (quadro 2).

Quadro 2 – Mapa perceptual da análise de correspondência múltipla entre as lesões identificadas à exploração radiográfica e ultrassonográfica dos membros torácicos de 15 animais com sinais clínicos de dor palmar. Jaboticabal – SP, 2018.



Sem_CCA – Sem calcificação das cartilagens alares; CCA_leve – Calcificação das cartilagens alares (grau 1 – 3); CCA_severa – Calcificação das cartilagens alares (grau 4 – 5); LC-AIFD_SL- Ligamento colateral da articulação interfalângica distal (sem lesão); LC-AIFD_L – Ligamento colateral da articulação interfalângica distal (com lesão); TFPD_SL – Tendão flexor profundo dos dedos (sem lesão); TFPD_L – Tendão flexor profundo dos dedos (com lesão); LSDI_SL – Ligamento sesamoideo distal ímpar (sem lesão); LSDI_L – Ligamento sesamoideo distal ímpar (com lesão); NAV_SL – Navicular (sem lesão); NAV_L – Navicular (com lesão); LSR_SL – Ligamento sesamoideo reto (sem lesão); LSR_L – Ligamento sesamoideo reto (com lesão); LSOb_SL – Ligamento sesamoideo oblíquo (sem lesão); LSOb_L – Ligamento sesamoideo oblíquo (com lesão).

Por meio da análise de correspondência múltipla observou-se que a ausência de calcificação das cartilagens alares está diretamente relacionada à higidez dos ligamentos acessórios da articulação interfalângica distal. Por outro lado, evidenciou-se correspondência entre a presença de lesões no osso sesamoideo distal (osso navicular), junto com as lesões do ligamento sesamoideo distal ímpar, como também, a calcificação severa das cartilagens alares.

Apesar de encontrar-se correspondência entre a presença de lesão no osso sesamoideo distal e as alterações ultrassonográficas presentes nos ligamentos sesamoideos oblíquos, estas estruturas, apresentam um comportamento biomecânico antagônico. Segundo Denoix (2000), enquanto os ligamentos oblíquos

se comportam como uma extensão distal do aparelho suspensor, com ação mais pronunciada durante a hiperextensão da articulação metacarpo/metatarsofalângica, na fase de apoio (recepção e fase intermédia do apoio), o osso navicular sofre seu maior estresse compressivo e de tensão durante a fase de propulsão, em conjunto com outras estruturas que constituem o aparelho podotrocLEAR (Denoix, 2014).

As estruturas ligamentares, descritas por König e Liebich (2016) como responsáveis pela ancoragem das cartilagens alares ao dígito podem refratar a dissipação da energia de maneira incorreta, na presença de calcificação cartilaginosa. De acordo com Ruohoniemi et al. (1997), esta alteração na transmissão (e dissipação) das forças criadas pelo impacto do membro ao solo acabaria por infringir maior carga sobre outras estruturas do dígito, predispondo a formação de lesões.

6. CONCLUSÕES

A avaliação radiográfica das cartilagens alares e a posterior inter-relação com as estruturas tendíneas e ligamentares do dígito, sensíveis de ser avaliadas através da ultrassonografia, permitiu concluir que as desmopatias dos ligamentos colaterais da articulação interfalângica distal, nem sempre guardam correspondência com a calcificação da cartilagem alar ipsilateral.

A calcificação severa das cartilagens alares pode alterar a capacidade de amortecimento do dígito, e a saúde do aparelho navicular, reflexada em alterações no osso sesamoide distal (navicular) e em desmopatias do ligamento sesamoide distal ímpar.

7. REFERÊNCIAS¹⁰

Barone R (2000) Articulations interphalangiennes. In.: Barone R (Ed.) **Anatomie Comparée Des Mammifères Domestiques - Tome 2: Arthrologie Et Myologie**, Paris: Editions Vigot. p. 211-231.

Barrey E (1990) Investigation of the vertical force distribution in the equine forelimb with an instrumented horseboot. **Equine Veterinary Journal**. 22: 35-38. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1990.tb04731.x>>

Bicalho RC, Machado VS, Caixeta LS (2009) Lameness in dairy cattle: A debilitating disease or a disease of debilitated cattle? A cross-sectional study of lameness prevalence and thickness of the digital cushion. **Journal of Dairy Science**. 92:3175-3184. Disponível em: <<https://doi.org/10.3168/jds.2008-1827>>

Black JB (1999) Purchase Examination of the Western Show and Performance Horse. In: IN DEPH: Prepurchase Exam. In: 45TH ANNUAL CONVENTION OF THE AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS. **Proceedings...** Albuquerque, New Mexico: AAEP, p. 1-3.

Blunden A, Dyson S, Murray R, Schramme M (2006) Histopathology in horses with chronic palmar foot pain and age-matched controls. Part 1: Navicular bone and related structures. **Equine Veterinary Journal**. 38:15-22. Disponível em: <<https://doi.org/10.2746/042516406775374298>>

Blunden A, Dyson S, Murray R, Schramme M (2006) Histopathology in horses 20 with chronic palmar foot pain and age-matched controls. Part 2: The deep digital flexor tendon. **Equine Veterinary Journal**. 38:23-27. Disponível em: <<https://doi.org/10.2746/042516406775374342>>

Blunden A, Murray R, Dyson S (2009) Lesions of the deep digital flexor tendon in the digit: a correlative MRI and post mortem study in control and lame horses. **Equine Veterinary Journal**. 41:25-33. Disponível em: <<https://doi.org/10.2746/042516408X343028>>

¹⁰ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: Informação e documentação: referências: elaboração, Rio de Janeiro, 2002. 23 p.

Bowker R, Rockershouser S, Linder K, Vex KB, Sonea JM, Caron JPA (1994) Silver impregnation and immunocytochemical study of innervation of the distal sesamoid bone and its suspensory ligaments in the horse. **Equine Veterinary Journal** 26:212. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1994.tb04372.x>>

Bowker RM, Van Wulfen KK, Springer SE, Linder KE (1998) Functional anatomy of the cartilage of the distal phalanx and digital cushion in the equine foot and a haemodynamic flow hypothesis of energy dissipation. **American Journal of Veterinary Research**. 59:961-968. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/13579504_Functional_anatomy_of_the_cartilage_of_the_distal_phalanx_and_digital_cushion_in_the_equine_foot_and_hemodynamic_flow_hypothesis_of_energy_dissipation>. Acesso em: 6 dez. 2017.

Bowker R, Atkinson P, Atkinson T, Haut RC (2001) Effect of contact stress in bones of the distal interphalangeal joint on microscopic changes in articular cartilage and ligaments. **American Journal of Veterinary Research** 62:414. Disponível em: <<https://doi.org/10.2460/ajvr.2001.62.414>>

Bowker RM (2003) Contrasting Structural Morphologies of 'Good' and 'Bad' Footed Horses. In: 49TH ANNUAL CONVENTION OF THE AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS. **Proceedings...** New Orleans, Louisiana: AAEP, p. 186-209. Disponível em: <<http://www.ivis.org/proceedings/AAEP/2003/bowker2/IVIS.pdf>>. Acesso em: 6 dez. 2017.

Bowker RM (2011) Functional Anatomy of the Palmar Aspect of the Foot. In.: ROSS, M. W.; DYSON, S. J. **Diagnosis and Management of Lameness in the Horse**. St. Louis, Missouri: Elsevier. p. 320-322.

Busoni V, Denoix JM (2001) Ultrasonography of the Podotrochlear Apparatus in the horse using a Transcuneal approach: Technique and Reference images. **Veterinary Radiology & Ultrasound**. 42:534-540. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.2001.tb00983.x>>

Busoni V, Benoit L, Denoix JM (2006) Transcuneal Ultrasonographic Findings in the Podotrochlear Apparatus: Comparison with Postmortem in 14 Equine Digits. **Journal of Equine Veterinary Science**. 26:113-119. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jevs.2006.01.006>>

Carnicer D, Coudry V, Denoix JM (2013) Ultrasonographic examination of the palmar aspect of the pastern of the horse: sesamoidean ligaments. **Equine Veterinary Education**. 25:256-263. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.2042-3292.2012.00383.x>>

Carstens A, Roger KW (2014) Ultrasonography of the Foot and Pastern. In.: Kidd JA, Lu KG, Frazer ML **Atlas of Equine Ultrasonography**. Ames, Iowa: Wiley Blackwell. p. 25-44.

Chateau H, Degueurce C, Denoix JM (2006) Three-dimensional kinematics of the distal forelimb in horses trotting on a treadmill and effects of elevation of heel and toe. **Equine veterinary journal**. 38:164-169. Disponível em: <<https://doi.org/10.2746/042516406776563260>>

Chope KB (2007) Ultrasonography of the Equine Foot. In: 21ST ANNUAL CONVENTION OF THE NORTH AMERICAN VETERINARY CONFERENCE. **Proceedings...** Orlando, Florida: NAVC, p. 104-105. Disponível em: <<http://www.ivis.org/docarchive/proceedings/NAVC/2007/LA/039.pdf>>. Acesso em: 6 nov. 2016.

Cohen JM, Schneider RK, Zubrod CJ, Sampson SN, Tucker RL (2008) Desmitis of the Distal Digital Annular Ligament in Seven Horses: MRI Diagnosis and Surgical Treatment. **Veterinary Surgery**. 37:336-344. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2008.00386.x>>

Colles CM (1983) Interpreting radiographs 1 : The foot. **Equine Veterinary Journal**. 15:297-303. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1983.tb01804.x>>

Dakin SJ, Dyson SJ, Murray RC, Tranqule C (2009) Osseous abnormalities associated with collateral desmopathy of the distal interphalangeal joint: part 1. **Equine Veterinary Journal**. 41:786-793. Disponível em: <<https://doi.org/10.2746/042516409X434125>>

Dellanini L, Hawkins D, Martin RBR, Stover S (2003) An investigation of the Interactions Between Lower Limb Bone Morphology, Limb Inertial Properties, and Limb Dynamics. **Journal of Biomechanics**. 36:913-919. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0021-9290\(03\)00076-9](https://doi.org/10.1016/S0021-9290(03)00076-9)>

Denoix JM (1994) Diagnostic Techniques for Identification and Documentation of Tendon and Ligament Injuries. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**. 10:365-407.

Denoix JM (1998) The collateral ligaments of the distal interphalangeal joint: anatomy, roles and lesions. **Hoof Care Lameness**. 70:29-32.

Denoix JM (1999) Functional anatomy of the equine interphalangeal joints. In: 45TH ANNUAL CONVENTION OF THE AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS. **Proceedings...** Albuquerque, New Mexico: AAEP, p. 174-177.

Denoix JM (2000) **The Equine Distal Limb. An Atlas of Clinical Anatomy and Comparative Imaging**. Londres: Manson Publishing Ltd. p. 1-128.

Denoix JM, Thibaud D, Audigié F, Coudry V (2002) Le syndrome podotrochléaire, ou maladie naviculaire; I- Clinique, diagnostic et pronostic. **Pratique Vétérinaire Equine**. 34:61-73.

Denoix JM, Dupays AG, Bertoni L, Werpy N, Audigié F (2011) Ultrasonographic examination of the collateral ligaments of the distal interphalangeal joint in horses. Part B: Abnormal findings and lesions. **Equine Veterinary Education**. 23:616-625. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.2042-3292.2011.00303.x>>

Denoix JM (2014) **Biomechanics and physical training of the horse**. Boca Raton, Florida: CRC Press Taylor & Francis Group. p. 172.

Dyhre-Pulsen P, Smedgaard HH, Roed J, Korsgaard E (1994) Equine hoof function investigated by pressure transducers inside the hoof and accelerometers mounted on the first phalanx. **Equine Veterinary Journal**. 26:362-366. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1994.tb04404.x>>

Dyson SJ, Kidd LA (1993) Comparison of responses to analgesia of the navicular bursa and intra-articular analgesia of the distal interphalangeal joint in 59 horses. **Equine Veterinary Journal** 25:93. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1993.tb02915.x>>

Dyson SJ, Murray RC, Schramme MC, Branch M (2004) Collateral desmitis of the distal interphalangeal joint in 18 horses (2001-2002). **Equine Veterinary Journal**. 36:160-166. Disponível em: <<https://doi.org/10.2746/0425164044868693>>

Dyson SJ, Blunden T, Murray R (2008) The collateral ligaments of the distal interphalangeal joint: Magnetic resonance imaging and *post mortem* observations in 25 lame and 12 control horses. **Equine Veterinary Journal**. 40:538-544. Disponível em: <<http://doi.org/10.2746/042516408X313661>>

Dyson SJ, Murray R (2004) Collateral desmitis of the interphalangeal joint in 62 horses (January 2001-December 2003). In: 50TH ANNUAL CONVENTION OF THE AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS. **Proceedings...** Denver, Colorado: AAEP, p. 248-256. Disponível em: <<http://www.ivis.org/docarchive/F1436.1204.pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2016.

Dyson SJ, Murray RC, Schramme MC (2005) Lameness associated with foot pain: results of magnetic resonance imaging in 199 horses (January 2001-December 2003) and response to treatment. **Equine Veterinary Journal** 37:113-121. Disponível em: <<https://doi.org/10.2746/0425164054223804>>

Dyson SJ, Murray RC (2007) Magnetic resonance imaging evaluation of 264 horses with foot pain: The podotrochlear apparatus, deep digital flexor tendon and collateral ligaments of the distal interphalangeal joint. **Equine Veterinary Journal**. 39:340-343. Disponível em: <<https://doi.org/10.2746/042516407X185566>>

Dyson SJ, Murray RC (2010) Injuries Associated With Ossification of the Cartilages of the Foot. In: 56TH ANNUAL CONVENTION OF THE AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS **Proceedings...** Baltimore, Maryland: AAEP, p. 152-165. Disponível em: <http://www.ivis.org/proceedings/aaep/2010/z9100110000152.pdf?origin=publication_detail>. Acesso em: 10 mar. 2018.

Dyson SJ, Nagy A (2011) Injuries Associated with the Cartilages of the Foot. **Equine veterinary Education**. 23:581-593. Disponível em: <<http://doi.org/10.1111/j.2042-3292.2011.00260.x>>

Dyson SJ, Brown V, Collins S, Murray R (2010) Is there an association between ossification of the cartilages of the foot and collateral desmopathy of the distal interphalangeal joint or distal phalanx injury? **Equine veterinary Journal**. 42:504-511. Disponible em: <<https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2010.00100.x>>

Dyson SJ, Genovese RL (2011) The Suspensory Aparatus. In.: Ross MW, Dyson SJ (Eds.). **Diagnosis and Management of Lameness in the Horse**. St. Louis, Missouri: Elsevier. p.738-760.

Dyson SJ (2011) Deep Digital Flexor Tendon in the Pastern Region. In.: Ross MW, Dyson SJ (Eds.) **Diagnosis and Management of Lameness in the Horse**. St. Louis, Missouri: Elsevier. p. 731-733.

Dyson SJ (2011) Navicular Disease. In.: Ross MW, Dyson SJ (Eds.) **Diagnosis and Management of Lameness in the Horse**. St. Louis, Missouri: Elsevier. p. 349-366.

Dyson SJ (2011) The Distal Phalanx and the Distal Interphalangeal Joint. In.: Ross MW, Dyson SJ (Eds.) **Diagnosis and Management of Lameness in the Horse**. St. Louis, Missouri: Elsevier. p.324-342.

Eliashar E, Mcguigan MP, Wilson AM (2004) Relationship of Foot Conformation and Force Applied to the Navicular Bone os Sound Horse at the Trot. **Equine Veterinary Journal**. 36:431-435. Disponible em: <<https://doi.org/10.2746/0425164044868378>>

Evrard L, Bolen G, Maquet N, Busoni V (2012) Ultrasonography of the Collateral Ligaments of the Distal Interphalangeal Joint in Horses: Technique and Reference Images. **Journal of Equine Veterinary Science**. 32:584-589. Disponible em: <<https://doi.org/10.1016/j.jevs.2012.02.003>>

Findley J (2012) Injuries to the digital flexor tendon sheath in the horse. **Companion Animal**. 17:10-13 Disponible em: <<https://doi.org/10.1111/j.2044-3862.2012.00217.x>>

Getty R (1982) Osteología de los equinos. In.: Getty R (Ed.) **Sisson y Grossman, Anatomía de los Animales Domésticos**. Barcelona: Masson. p. 289-391.

Gibson KT, Burbidge HM, Anderson BH (1997) Tendonitis of the Branches of Insertion of the Superficial Digital Flexor Tendon in Horses. **Australian Veterinary Journal**. 45:253-256. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.1997.tb10091.x>>

Gutierrez-Nybeiro S, White NA, Werpy NM, Tyrrell L, Allen KA, Sullins KE, Mitchel RD (2009) Magnetic resonance imaging findings of desmopathy of the collateral ligaments of the equine distal interphalangeal joint. **Veterinary radiology and ultrasound**. 50:21-31. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.2008.01485.x>>

Gunkelman MA, Hammer CJA (2017) Preliminary Study Examining the Digital Cushion in Horses. **Journal of Equine Veterinary Science**. 56:6-8. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jevs.2017.03.006>>

Hedenström UO, Olsson U, Holm AW, Wattle OS (2014) Ossification of ungular cartilages in front feet of cold-blooded trotters – a clinical radiographic evaluation of development over time. **Acta Veterinaria Scandinavica**. 56:1-7. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s13028-014-0073-z>>

Hunt RJ (2006) Clinical Evaluation and Diagnosis of Palmar Foot Pain. IN DEPH: Palmar foot pain. In: 52ND ANNUAL CONVENTION OF THE AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS. **Proceedings...** San Antonio, Texas: AAEP, p. 198-202. Disponível em: <http://www.ivis.org/proceedings/aaep/2006/pdf/z9100106000198.pdf?origin=publication_detail>. Acesso em: 10 mar. 2018.

Jacquet S, Denoix JM (2012) Ultrasonographic examination of the distal podotrochlear apparatus of the horse: A transcuneal approach. **Equine Veterinary Education**. 24:90-96. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.2042-3292.2011.00305.x>>

Kainer RA (2002) Functional anatomy of equine locomotor organs. In.: **Stashak TS: Adams' lameness in horses**. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. p. 1-72.

König HE, Liebich HG (2016) **Anatomia dos Animais Domésticos, Texto e Atlas Colorido**. Porto Alegre: Editorial Artmed. p. 169-170, 190.

Kristoffersen M, Thoenen MB (2003) Ultrasonography of the navicular region in horses. **Equine Veterinary Education**. 15:150-157. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.2042-3292.2003.tb00234.x>>

Lawson SEM, Chateau H, Pourcelot P, Denoix JM, Crevier-Denoix N (2007) Effect of toe and heel elevation on calculated tendon strains in the horse and the influence of the proximal interphalangeal joint. **Journal of Anatomy**. 210:583-591. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1469-7580.2007.00714.x>>

Lejeune JP, Schneider N, Caudron I, Duvivier DH, Serteyn D (2006) Radiographic evolution of the forelimb digit in the Ardenner horses from weaning to 28 months of age and its clinical significance. **Journal of Veterinary Medicine**. 53:364-370. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1439-0442.2006.00833.x>>

Lustgarten M, Redding WR, Labens R, Morgan M, Davis W, Seiler GS (2014) Elastographic Characteristics of the Metacarpal Tendons in horses without Clinical Evidence of Tendon Injury. **Veterinary Radiology Ultrasound**. 55:92-101. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/vru.12104>>

O'Brien EJO, Smith RKW (2018) Mineralization can be an incidental ultrasonographic finding in equine tendons and ligaments. **Veterinary Radiology Ultrasound**. 59:613-623. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/vru.12628>>

Pollit C (2016) Navicular disease. In.: Pollit C (Ed.) **The Illustrated Horse's Foot: The Comprehensive guide**. St. Louis, Missouri: Elsevier. p. 223-228.

Pool R, Meagher D, Stover S (1989) Pathophysiology of navicular syndrome. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**. 5:109-129. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0749-0739\(17\)30606-5](https://doi.org/10.1016/S0749-0739(17)30606-5)>

Redding R (2009) Anatomy of the Equine Foot as it Pertains to Imaging - What You Need to Know. In: FOCUS ON THE FOOT, IN MEETING OF THE AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS. **Proceedings...** Columbus, Ohio: AAEP, p. 28-40. Disponível em: <<http://www.ivis.org/proceedings/aaepfocus/2009/redding.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2018.

Redding R (2011) Ultrasound. In.: **Adams and Stashak's Lameness in Horse**. Chichester, West Sussex: Wiley Blackwell. p. 338-375.

Reef VB, Genovese RL (2011) Soft Tissue Injuries of the Pastern. In.: ROSS, M. W.; DYSON, S. J. **Diagnosis and Management of Lameness in the Horse**. St. Louis, Missouri: Elsevier. p. 810-817.

Ruohoniemi M, Tulamo RM, Hackzell M (1993) Radiographic evaluation of ossification of the collateral cartilages of the third phalanx in Finnhorses. **Equine Veterinary Journal** 25:453–455. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1993.tb02989.x>>

Ruohoniemi M, Kärkainen M, Tervahartiala P (1997) Evaluation of the variably ossified collateral cartilages of the distal phalanx and adjacent anatomic structures in the Finnhorse with computed tomography and magnetic resonance imaging. **Veterinary Radiology and Ultrasound**. 38:344-351. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.1997.tb02095.x>>

Sack WO (1982) Forelimb. Digit and hoof. In.: Sack WO (Ed.) **Rooney's guide to the dissection of the horse**. Ithaca, New York: Veterinary Textbooks. 1982. p. 134-148.

Sage AM, Turner TA (2002) Ultrasonography of the soft tissue structures of the equine foot. **Equine Veterinary Education**. 14:221-224. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.2042-3292.2002.tb00175.x>>

Sampson SN, Schneider RK, Gavin PR, Ho CP, Tucker RL, Charles EM (2009) Magnetic resonance imaging findings in horses with recent onset navicular syndrome but without radiographic abnormalities. **Veterinary Radiology Ultrasound**. 50:339-346. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.2009.01547.x>>

Sergio R, Melo ES, Vulcano C (2002) Collateral Cartilage Ossification of the Distal Phalanx in the Brazilian Jumper Horse. **Veterinary, Radiology and Ultrasound**. 43:461-463. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.2002.tb01034.x>>

Schramme MC (2011) Deep digital flexor tendonopathy in the foot. **Equine Veterinary Education**. 23:403-415. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.2042-3292.2011.00235.x>>

Schramme MC, Smith RKW (2011) Diseases of the Digital Flexor Tendon Sheath, Palmar Annular Ligament, and Digital Annular Ligaments. In.: Ross, MW, Dyson SJ **Diagnosis and Management of Lameness in the Horse**. St. Louis, Missouri: Elsevier. p.764-776.

Schumacher M, Schramme MC, Schumacher J, Degraes FJ (2013) Diagnostic analgesia of the equine digit. **Equine Veterinary Education**. 25:408-421. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/eve.12001>>

Seignour M, Pasquet H, Coudry V, Denoix JM (2011) Ultrasonographic diagnosis of injuries to the deep digital flexor tendon and associated structures in the equine foot (suprasesamoidean area). **Equine Veterinary Education**. 23:369-376. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.2042-3292.2010.00220.x>>

Sherlock CE, Mair TS (2006) The enigma of sidebone as a cause of lameness in the horse. **Equine Veterinary Education**. 18:136-137. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.2042-3292.2006.tb00432.x>>

Scott M (2008) Muskuloskeletal Injuries in Nonracing Quarter Horses. **Veterinary clinics of North America**. 24:133-152. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cveq.2007.11.006>>

Smith MRW, Wright IM (2006) Noninfected tenosynovitis of the digital flexor tendon sheath: a retrospective analysis of 76 cases. **Equine Veterinary Journal**. 38:134-141. Disponível em: <<https://doi.org/10.2746/042516406776563350>>

Tricaud C, Cousty M, Alexandre A, Tessier C, David F (2017) Tendonitis of branches of the superficial digital flexor tendon in Standardbred racehorses: 15 cases. **Equine Veterinary Education**. 29:22-26. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/eve.12328>>

Turner T Predictive values of diagnostic tests for navicular pain. In: ANNUAL CONVENTION OF THE AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 42., Denver. **Proceedings...** Denver, Colorado: AAEP, 1996. p. 201-204

Turner TA (1989) Diagnosis and treatment of the navicular syndrome in horses. **Veterinary Clinics of North America. Equine Practice**, 5:131-144. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0749-0739\(17\)30607-7](https://doi.org/10.1016/S0749-0739(17)30607-7)>

Turner TA (2010) Treatment Strategies for Palmar Foot Pain. In: 16TH ANNUAL CONGRESS OF THE ITALIAN ASSOCIATION OF EQUINE VETERINARIANS. **Proceedings...** Carrara, Italy: SIVE, p. 161-165. Disponível em: <<http://www.ivis.org/proceedings/sive/2010/english/28.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2018.

Turner TA, Sage AM (2002) Desmitis of the distal interphalangeal collateral ligaments: 22 cases. In: 48TH ANNUAL CONVENTION OF THE AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS. **Proceedings...** Orlando, Florida: AAEP, p. 343-346. Disponível em: <<http://www.ivis.org/proceedings/aaep/2002/910102000343.PDF>>. Acesso em: 7 nov. 2016.

Verschooten F, Van Waerebeek B, Verbeeck J (1996) The ossification of cartilages of the distal phalanx in the horse: an anatomical, experimental, radiographic and clinical study. **Journal of Equine Veterinary Science**. 16:291-305. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0737-0806\(96\)80223-1](https://doi.org/10.1016/S0737-0806(96)80223-1)>

Whitcomb M (2009) Ultrasonographic Evaluation of the Distal Extremity. **Journal of Equine Veterinary Science**. 29:47-59. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jevs.2008.11.010>>

Whitcomb M (2015) **Equine Ultrasound Syllabus 2014-2015**. Davis, California: MBW publishing. p. 156-178.

Willemsen MA, Savelberg HHCM, Barneveld A. (1999) The Effect of Orthopaedic Shoeing on the Force Exerted by the Deep Digital Flexor Tendon on the Navicular Bone in Horses. **Equine veterinary journal**. 31:25-30. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1999.tb03787.x>>

Wright IM, Kidd L, Thorp BH (1998) Gross, histological and histomorphometric features of the navicular bone and related structures in the horse. **Equine Veterinary Journal**. 30:220-234. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1998.tb04491.x>>