

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

**EFEITOS DO TREINAMENTO NA AVALIAÇÃO
ULTRASSONOGRÁFICA DE TENDÕES E LIGAMENTOS
DOS MEMBROS TORÁDICOS DE EQUINOS**

Katiucha Rebeca Jennifer Lopes Lera

Médica Veterinária

2021

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

**Efeitos do treinamento na avaliação ultrassonográfica de
tendões e ligamentos dos membros torácicos de equinos**

Discente: Katiucha Rebeca Jennifer Lopes Lera
Orientador: Prof. Dr. José Corrêa de Lacerda Neto
Coorientador: Prof. Dr. Isaac Romani

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 Ciências Veterinárias.

FICHA CATALOGRÁFICA

L614e	<p>Lera, Katiucha Rebeca Jennifer Lopes</p> <p>Efeitos do treinamento na avaliação ultrassonográfica de tendões e ligamentos dos membros torácicos de equinos / Katiucha Rebeca Jennifer Lopes Lera. -- Jaboticabal, 2021</p> <p>46 p. : il., tabs., fotos</p> <p>Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal</p> <p>Orientadora: José Corrêa de Lacerda Neto</p> <p>Coorientadora: Issac Romani</p> <p>1. Medicina veterinária Diagnóstico por imagem. 2. Cavalos de corrida. 3. Teste de Esteira Rolante. I. Título.</p>
-------	--

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.

FICHA DE APROVAÇÃO



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: EFEITOS DO TREINAMENTO NA AVALIAÇÃO ULTRASSONOGRAFICA DE TENDÕES E LIGAMENTOS DOS MEMBROS TORÁCICOS DE EQUINOS

AUTORA: KATIUCHA REBECA JENNIFER LOPES LERA

ORIENTADOR: JOSÉ CORRÊA DE LACERDA NETO

COORIENTADOR: ISAAC ROMANI

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


Prof. Dr. JOSÉ CORRÊA DE LACERDA NETO (Participação Virtual)
Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Profa. Dra. NARA SARAIVA BERNARDI (Participação Virtual)
Centro Universitário Central Paulista-Unicep / São Carlos/SP


Profa. Dra. DANIELA GOMES DA SILVA (Participação Virtual)
Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / FCAV - UNESP Jaboticabal

Jaboticabal, 11 de agosto de 2021

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

Katiucha Rebeca Jennifer Lopes Lera - filha de Irineu de Jesus Lera e Elza Claudete Lopes Lera, nascida em Dourados-MS no dia 27 de março de 1993. Coursou Medicina Veterinária no Centro Universitário Ingá – Uningá, Maringá – PR, de 2012 a 2016. No período de 2017 a 2019, concluiu o Programa de Residência em Medicina Veterinária – Área de Concentração em Clínica Médica e Cirúrgica de Grandes Animais, pela Universidade Federal do Paraná. Em março de 2019, ingressou no Curso de Mestrado em Cirurgia Veterinária, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade. À minha família pelo apoio e ao meu orientador Professor Doutor José Corrêa de Lacerda Neto e meu coorientador Professor Doutor Isaac Romani pela orientação do trabalho realizado.

Desejo igualmente agradecer aos meus colegas que puderam realizar e contribuir para o trabalho, especialmente ao Gabriel, Milena, Angélica e Marjury e Igor.


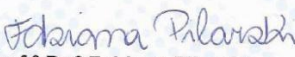
Por último, à República Sófadinhas de Jaboticabal - SP pela amizade e companheirismo durante essa trajetória.

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

SUMÁRIO

Resumo	ix
Abstract	x
Lista de tabelas	xi
Lista de figuras	xii
1. Introdução.....	1
2. Revisão de literatura	2
3. Material e métodos	5
3.1 Animais.....	5
3.2 Teste de esforço padrão (tep)	6
3.3 Colheita de amostras sanguíneas	6
3.4 Treinamento	7
3.5 Avaliação ultrassonográfica.....	8
3.6 Análise de imagens ultrassonográficas	9
4. Resultados.....	12
5. Discussão	16
6. Conclusões	20
7. Referências.....	20
Apêndice	27

CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

		UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO" Câmpus de Jaboticabal													
CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS															
<h3 style="margin: 0;">CERTIFICADO</h3>															
<p> Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado “Avaliação ultrassonográfica do tendão flexor digital superficial, tendão flexor digital profundo, ligamento suspensor do boleto e ligamento acessório inferior de equinos submetidos a treinamento guiado pelo lactato”, protocolo nº 05499/19, sob a responsabilidade do Prof. Dr. José Corrêa de Lacerda Neto, 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 julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 16 de maio de 2019. </p>															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Vigência do Projeto</td> <td>17/05/2019 a 11/02/2021</td> </tr> <tr> <td>Espécie / Linhagem</td> <td>Puro Sangue Árabe</td> </tr> <tr> <td>Nº de animais</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Peso / Idade</td> <td>380 kg / quatro à nove anos</td> </tr> <tr> <td>Sexo</td> <td>Oito machos e duas fêmeas</td> </tr> <tr> <td>Origem</td> <td>Rebanho da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias / UNESP, campus de Jaboticabal, alojados junto ao Setor de Equinocultura</td> </tr> </table>				Vigência do Projeto	17/05/2019 a 11/02/2021	Espécie / Linhagem	Puro Sangue Árabe	Nº de animais	10	Peso / Idade	380 kg / quatro à nove anos	Sexo	Oito machos e duas fêmeas	Origem	Rebanho da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias / UNESP, campus de Jaboticabal, alojados junto ao Setor de Equinocultura
Vigência do Projeto	17/05/2019 a 11/02/2021														
Espécie / Linhagem	Puro Sangue Árabe														
Nº de animais	10														
Peso / Idade	380 kg / quatro à nove anos														
Sexo	Oito machos e duas fêmeas														
Origem	Rebanho da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias / UNESP, campus de Jaboticabal, alojados junto ao Setor de Equinocultura														
<p>Jaboticabal, 16 de maio de 2019.</p>															
 Prof.ª Dr.ª Fabiana Pilarski Coordenadora – CEUA															
<small> Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n CEP 14884-900 - Jaboticabal/ SP - Brasil tel 16 3209 7100 www.fcav.unesp.br </small>															

EFEITOS DO TREINAMENTO NA AVALIAÇÃO ULTRASSONOGRÁFICA DE TENDÕES E LIGAMENTOS DOS MEMBROS TORÁCCICOS DE EQUINOS

RESUMO - Equinos utilizados em atividades laborais e atléticas de elevado desempenho têm estimulado extensa pesquisa no campo da Fisiologia do Exercício e da Medicina Esportiva Equina na busca de melhor entendimento das respostas e adaptações fisiológicas que ocorrem nestes animais. Diante disto, objetivou-se o estudo das alterações fisiopatológicas de estruturas tendíneas e ligamentares de equinos submetidos a treinamento guiado pela concentração de lactato sanguínea determinada em teste de esforço progressivo (TEP). Esse projeto foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), protocolo nº 05499/19. Foram avaliados 10 equinos da raça Puro Sangue Árabe, provenientes do rebanho da FCAV/UNESP, câmpus de Jaboticabal. Os animais passaram inicialmente por período de adaptação a esteira rolante do Laboratório de Medicina Esportiva Equina, onde, após a climatização, realizou um TEP, precedido de indução de hiperlactatemia, para determinação de suas condições físicas. Durante o TEP foram colhidas amostras de sangue para determinação hemogasométrica de lactato. A velocidade correspondente à concentração mínima de lactato (VLM) determinada durante o TEP foi utilizada como base para a realização do treinamento de seis semanas em esteira rolante. Ao final do treinamento, foi realizado outro TEP, com as mesmas características do anterior, visando avaliar o efeito do treinamento sobre o condicionamento físico. Antes do primeiro e após o segundo TEP foram realizados exames ultrassonográficos dos tendões flexores e ligamentos dos membros torácicos, para identificação de possíveis lesões. Para avaliação das imagens ultrassonográficas foi utilizado o programa Imagen Proplus®, em análise quantitativa das estruturas e da área de secção transversa (AST), realizado circunferências manualmente sobre as estruturas no corte transversal. Os dados foram analisados por meio do teste de variância (ANOVA) pelo software Sisvar[®] versão 5.3. Os resultados do corte longitudinal, relacionados à densidade óptica, apresentaram diferenças estatísticas entre membros e na comparação com membros e tratamentos no ramo do ligamento suspensor (RLS). Quanto à heterogenicidade houve diferença estatística no tendão flexor digital profundo (TFDP), ligamento acessório do tendão flexor digital profundo (LATFDP), RLS e ligamento suspensor (LS). Em relação ao corte transversal, houve diferenças estatísticas na densidade óptica dos TFDP, LATFDP, LS e RLS. Entretanto, houve diferença de heterogenicidade no TFDP e RLS, na área do TFDP e na divisão do LS. Pode-se observar resposta adaptativa ao treinamento com a diminuição da ecogenicidade e da heterogenicidade, porém houve aumento da AST do TFDP. Considerando que aumentos da AST também são observados quando ocorrem lesões de caráter assintomático, se faz necessário estudo adicional que empregue análises histológicas para diferenciação entre resposta adaptativa e lesão.

Palavras-chave: desmitos, exercício, tendinites, teste de esforço progressivo

EFFECTS OF TRAINING ON THE ULTRASOUND EVALUATION OF TENDONS AND LIGAMENTS OF THE THORACIC LIMBS OF HORSES

ABSTRACT - Horses used in high performance work and athletic activities have stimulated extensive research in the field of Exercise Physiology and Equine Sports Medicine in the search for a better understanding of the physiological responses and adaptations that occur in equines. In view of this, the objective was to study the physiological changes in tendon and ligament structures of horses submitted to training guided by the blood lactate concentration determined in a standardized exercise test (SET). This project was approved by the Ethics Committee on the Use of Animals (CEUA), protocol No. 05499/19. Ten purebred Arabian horses were evaluated, from the herd of FCAV/UNESP, Jaboticabal campus. The horses were initially subjected to adaptation to a treadmill at the Laboratory of the Equine Sports Medicine, where, after the climatization, they underwent a SET, preceded by the induction of hyperlactatemia, to determine their physical conditions. During the SET, blood samples were taken for hemogasometric determination of lactate. The speed corresponding to the lactate minimum concentration (LMS) determined during SET, was used as the basis for the six-week training on a treadmill. At the end of the training, another SET was performed with the same characteristics as the previous one in order to evaluate the effect of the training on the physical conditioning. Before the first and after the second SET, ultrasound examinations of the flexor tendons and ligaments of the thoracic limbs were performed to identify possible injuries. For the evaluation of ultrasound images, the program Imagen Proplus® was used, in a quantitative analysis of the structures and cross-sectional areas (CSA), manually performed circumferences on the structures in the cross section. The data were analysed using the variance test (ANOVA) with the Sisvar version 5.3 software. The results of the longitudinal cut related to the optical density showed a statistical difference between limbs and in the comparison with limbs and treatments in the branch of the suspensory ligament (RLS), in heterogeneity there was a statistical difference in the deep digital flexor tendon (PDTF), accessory ligament of the digital flexor tendon (LATFDP), RLS and suspensory ligament (LS). Regarding the CSA, there was a statistical difference in the optical density of TFDP, LATFDP, LS and RLS. However, there was a difference in heterogeneity in the TFDP and RLS and in the TFDP CSA and in the LS division. We can observe that there was adaptation to exercise, with a decrease in echogenicity, heterogeneity. However, with the increase in the CSA of the TFDP, additional study is needed that employs histological analyzes to differentiate between adaptive response and injury.

Keywords: desmitis, exercise, tendonitis, standardized exercise test

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Densidade óptica (DO) média dos tendões flexores digitais superficiais (TFDS) e profundo (TFDP) dos membros torácicos observados ao corte longitudinal, distribuídos por região, em exames ultrassonográficos realizados antes (AT) e após (PT) seis semanas de treinamento em esteira rolante. Jaboticabal, SP, 2021.....13

Tabela 2. Densidade óptica (DO) média dos ligamentos frenador inferior (LFI), suspensor do boleto (LSB) e anular dos membros torácicos observados ao corte longitudinal, distribuídos por região, em exames ultrassonográficos realizados antes (AT) e após (PT) seis semanas de treinamento em esteira rolante. Jaboticabal, SP, 2021.....15

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Visão lateral e medial das zonas de avaliação ultrassonográfica dos membros tóxicos na região palmar do metacarpo..... 9
- Figura 2.** Imagens de cortes transversais realizados na zona IIA mostrando círculos de 1,74287 mm de diâmetro a representar as áreas de análise utilizadas pelo Programa Imagen Plus®. **A:** TFDS. **B:** TFDP. **C:** LFB. **D:** LSB.....10
- Figura 3.** Imagens de cortes longitudinais realizados na zona IIA, com adição de círculos de 3,5536442 mm de diâmetro a representar as áreas de análise utilizadas pelo Programa Imagen Plus®. **A:** TFDS. **B:** TFDP. **C:** LFI. **D:** LSB..... 11
- Figura 4.** Médias das concentrações totais de lactato calculadas para cada um dos testes de esforço acompanhadas do erro padrão da média. *O asterisco representa diferença estatística entre os valores obtidos a 5% de significância.....12
- Figura 5.** Imagens ultrassonográficas representando o corte longitudinal da zona IIA. **A:** Membro torácico esquerdo antes do treinamento. **B:** Membro torácico esquerdo após o treinamento..... 14

1. INTRODUÇÃO

As doenças músculo esqueléticas são responsáveis por grandes perdas econômicas e prejuízos ao bem-estar animal na indústria equina (Cogger et al., 2006; Van Weeren e Back, 2016). As lesões tendíneas e ligamentares estão diretamente relacionadas a cavalos de corridas (Parkin e Boden, 2014). Diversos estudos enfatizam como fatores de riscos para essas lesões os treinamentos e as corridas (Williams et al., 2001; Takahashi et al., 2004; Cogger et al., 2006; Thorpe et al., 2010). Porém, se acredita que as lesões estão associadas à qualidade do exercício e não à quantidade (Takahashi et al., 2004; Lam, 2013). O diagnóstico para detecção precoce de lesões é algo difícil, mas com reconhecimento dos fatores de risco podem ser usadas técnicas e diretrizes para prevenir lesões futuras (Lam, 2013; Reardon et al., 2013).

Equinos utilizados em atividades laborais e atléticas de elevado desempenho tem estimulado extensa pesquisa no campo da Fisiologia do Exercício e da Medicina Esportiva Equina na busca de melhor entendimento das respostas e adaptações fisiológicas que ocorrem nestes animais, assim como de suas associações com distúrbios decorrentes de esforço físico (Färnqvist et al., 2020).

O objetivo deste trabalho foi avaliar por meio de ultrassonografia, as adaptações desenvolvidas em tendões flexores e ligamentos dos membros torácicos de equinos após treinamento de seis semanas em esteira rolante. O treinamento foi guiado pela concentração de lactato determinada em teste de esforço progressivo, realizado em esteira rolante antes do seu início. As imagens capturadas durante a realização do exame ultrassonográfico foram avaliadas mediante análise digitalizada, que utiliza a densidade óptica e heterogeneidade para a identificação morfofuncional das estruturas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O treinamento estimula o desenvolvimento de respostas metabólicas e estruturais de diferentes órgãos e sistemas a permitir que o organismo melhore seu condicionamento físico e alcance o potencial atlético máximo à medida que aumenta sua resistência ao esforço, posterga a fadiga, aumenta a velocidade, melhora as habilidades biomecânicas, minimiza a ocorrência de traumas e mantém a disposição e o entusiasmo para os exercícios (Rose e Evans, 1990).

Programas de treinamento para equinos têm sido delineados tomando por base inúmeras variáveis fisiológicas, dentre as quais se destacam a porcentagem máxima da frequência cardíaca (FC_{max}), porcentagem do consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) ou a concentração de lactato sanguíneo obtidos em diferentes tipos de testes de esforço padrão realizados a campo ou em esteira rolante desenvolvidas para equinos (Campbell, 2011). Durante o exercício progressivo se estabelece a relação entre a velocidade, traduzido por intensidade de esforço a qual pode ser potencializada pela inclinação da esteira, e a concentração sanguínea de lactato. Dentre os inúmeros testes propostos para determinação do limiar anaeróbio, velocidade na qual ocorre um aumento exponencial da lactatemia repentinamente, mediante o uso de esteira rolante, um dos mais usados é o de esforço progressivo (Bayly, 1986), porém outros são encontrados na literatura, como o Limiar Anaeróbio Individual (LAI) e o Teste do Lactato Mínimo (LM), propostos tanto para humanos (Tegtbur, 1993; Wahl et al., 2018) como para equinos (Gondim et al., 2007; Soares et al., 2014).

O potencial atlético dos cavalos vem sendo destacado em diversas modalidades de eventos esportivos. As predisposições ao desenvolvimento de lesões músculoesqueléticas são potencializadas em rotinas de treinos intensos, com maior frequência de lesões em ligamentos e tendões localizados na face palmar da região metacárpica dos membros torácicos (Fernandes et al., 2003). A preparação equivocada da condição física, com exercícios de potência ou resistência excessivos, é fator importante no desenvolvimento de lesões e pode encurtar a carreira do atleta,

em especial, equinos (Fernandes et al., 2003). A adaptação ao esforço envolve respostas de diferentes estruturas e sistemas e, para tendões e ligamentos, desenvolve-se somente após alguns meses de treinamento (Gillis et al., 1993). É importante ressaltar que o avanço da idade é um fator restritivo ao aumento tendíneo (Perkins et al., 2004) sendo, no entanto, independente do sexo (Kasashima et al., 2002; Moffat et al., 2008; Maoudifard, 2008). A principal causa de tendinite em cavalos atletas é a exaustão musculoesquelética (Rooney e Genovese, 1981), que ocorrem com maior frequência no tendão flexor digital superficial dos membros torácicos (Reef et al., 1988) sendo estas as estruturas musculoesqueléticas mais afetadas depois dos tecidos osteoarticulares (Clegg, 2012). Em relatos reportados em cavalos de tração, assim como de diferentes modalidades hípicas descritas nas condições esportivas, as lesões tendíneas chegam a ultrapassar 25% dos casos de claudicação atendidos em centros veterinários (Maranhão et al., 2006; Sousa et al., 2017), dando-se o mesmo em corridas de turfe, para as quais reporta-se que de cada 1.000 largadas, 0,58 a 9,10 equinos sofrem lesões tendíneas (Wilson e Robinson, 1996; Williams et al., 2001; Pinchbeck et al., 2004; Lam et al., 2007) e a taxa de cavalos aposentados Puro Sangue Inglês de corrida também é de 25% (Kalisiak, 2012). Adiciona-se a estes fatos que dentre os cavalos Puro Sangue Inglês e Puro Sangue Árabe de corrida acometidos por doença tendínea na altura do metacarpo, somente 70% conseguem retornar às corridas (Ülke et al., 2020).

Os meios de diagnósticos das lesões musculoesqueléticas se baseiam na inspeção, palpação, exame do sistema locomotor, além de exames complementares. Como exemplo do avanço de novos tratamentos e diagnósticos (Lustgarten et al., 2016; Millar et al., 2016) podemos citar as artroscopias, anestesia diagnóstica, ultrassonografia, cintilografia, tomografia computadorizada, ressonância magnética e determinação de biomarcadores moleculares para lesões tenoligamentares (Busoni et al., 2005; Peat e Kawcak, 2015; Bubeck e Aarsvold, 2018).

A introdução da ultrassonografia como meio diagnóstico proporcionou a obtenção de informações mais completas em relação a forma, arquitetura interna, tamanho, contorno e ecotextura das estruturas e órgãos avaliados. A correta interpretação das imagens geradas depende da sua qualidade, a qual, por sua vez, está associada às interações entre a onda gerada e os órgãos ou tecidos, na

dependência do transdutor utilizado no exame e a interpretação e diferenciação de artefatos de técnicas. A realização correta do diagnóstico requer experiência tanto no uso do aparelho como na interpretação das imagens colhidas. É praticamente impossível a realização do exame sem conhecimentos de clínica médica, princípios físicos de ultrassonografia e anatomia regional e topográfica da espécie avaliada (Augusto e Pachaly, 2000).

O transdutor linear é composto por múltiplos cristais dispostos em linhas paralelas inclinadas, dentro da porção cranial do transdutor. Uma desvantagem desse transdutor ao exame é a necessidade de contato com a pele dada a uma pequena área superficial desta (Nyland et al., 1995). A frequência do transdutor é definida pelo número de ondas geradas por segundo, sendo a distância entre as ondas, essencial para a nitidez da imagem produzida (Wells, 1969; Barr, 1990). A frequência escolhida depende do órgão ou tecido e da experiência do avaliador que realiza o exame (Nyland et al., 1995).

Entre os diferentes modos de avaliação ultrassonográfica, o modo B é o mais utilizado em medicina veterinária (Barr, 1990; Cartee, 1995), uma vez que os ecos de suas múltiplas ondas formam as imagens das estruturas, ou seja, os pontos observados no monitor. A posição dos pontos corresponde à profundidade na qual o eco é originado e a amplitude do eco de retorno se caracteriza pela escala de cinza e brilho das imagens reproduzidas (Park et al., 1981). Na interpretação da imagem ultrassonográfica deve ser considerado o tamanho, delimitação, ecogenicidade, posição anatômica e forma. Ao analisar o tamanho, na posição transversal é possível o diagnóstico de lesões discretas (Genovese et al., 1990).

Com o auxílio do ultrassom se pode revelar que tendões flexores digitais superficiais se adaptam ao longo dos primeiros meses de treinamento, com diminuição da ecogenicidade e aumento na área de secção-transversal (AST) (Gillis et al., 1993). Em cavalos desta mesma raça, treinados, não se observou diferença entre o tendão flexor digital superficial, menos ecóico e menor, quando este foi comparado ao tendão flexor digital profundo (Gillis et al., 1995).

As avaliações de imagens ultrassonográficas de tendões e ligamentos de equinos, sejam estes atletas ou não, são tradicionalmente realizadas de forma qualitativa (Greig et al., 2005; Lacerda-Neto et al., 2013), as quais podem ofertar

resultados menos confiáveis. A utilização de avaliações quantitativas vem crescendo nos últimos anos, mas seu uso em avaliações de estruturas musculoesqueléticas está ainda restrito ao ambiente científico e não foram encontrados trabalhos sobre este tema com o uso desta ferramenta em equinos (Ferrer et al., 2020). O programa (Imagen Pro Plus[®]), faz a avaliação quantitativa das características ultrassonográficas e fornece valores referentes a densidade óptica e heterogeneidade, que representam a ecogenicidade e ecotextura, respectivamente. (Image-Pro[®] Plus, version 7.0 for Windows[™])

Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar quantitativamente o efeito do treinamento em esteira rolante, guiado pelo lactato determinado em teste de esforço progressivo (TEP), durante o período de seis semanas, sobre as adaptações em tendões e ligamentos, por meio de avaliações ultrassonográficas realizadas antes e após o mesmo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Animais

Para o estudo, foram utilizados 10 equinos da raça Puro Sangue Árabe, seis machos castrados e quatro fêmeas, com idades entre quatro e nove anos e peso médio de $380 \pm 23,7$ kg, provenientes da tropa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, câmpus de Jaboticabal, alojados junto ao Setor de Equinocultura. No período de três semanas antes do início do experimento e durante seu transcorrer, os animais foram mantidos a pasto, em piquetes de Tifton 85, e receberam 40% da demanda energética para trabalho moderado (NRC, 1989) em concentrado comercial. Antes de se iniciar os trabalhos experimentais, os equinos passaram por exames clínicos e determinação do hemograma para avaliação da higidez. Os animais selecionados foram incluídos em programa regular anual de controle de endo e ectoparasitas e foram vacinados contra viroses respiratórias e

tétano. O presente projeto foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), protocolo n° 05499/19.

3.2 Teste de esforço padrão (TEP)

Os animais passaram por dois TEP, realizados, o primeiro, após os animais passarem por exame ultrassonográfico das estruturas da face palmar da região metacarpiana dos membros e, o segundo, dois dias após o término de seis semanas de treinamento em esteira rolante.

Após período de três dias de adaptação a esteira, os equinos foram submetidos a um TEP após indução prévia de hiperlactatemia mediante realização de esforço de alta intensidade no qual a esteira foi inclinada a 6% e a velocidade elevada gradativamente a 10 m/s durante dois minutos. Em seguida, a esteira voltou ao plano horizontal e a velocidade foi graduada para 1,7 m/s por 2 min. O TEP foi então iniciado com a esteira rolante retornando a inclinação de 6% e ajustando-se a velocidade para 3,0 m/s por 4min e 27s e, sucessivamente, passou-se às velocidades de 3,5 m/s por 3min e 49s; 4 m/s por 3min e 20s; 4,5 m/s por 2min e 58s; 5,0 m/s por 2min e 40 s; 5,5 m/s por 2min e 25s; 6,0 m/s por 2min e 13s; 6,5 m/s por 2min e 03s; 7,0 m/s por 1min e 54s e 7,5 m/s por 1min e 47s, a qual encerrou o TEP, no qual, para cada velocidade, a distância percorrida foi de aproximadamente 800 m. Entre cada incremento de velocidade a esteira era desligada durante 60s para colheita de amostras sanguíneas,. Após o TEP os equinos passaram por 10min de desaquecimento dinâmico.

3.3 Colheita de amostras sanguíneas

Previamente ao início de cada um dos TEP, os equinos foram submetidos à

venocateterização jugular direita utilizando cateter¹¹ 14G acoplado a um extensor de 40 cm para facilitar a colheita de amostras sanguíneas com o animal na esteira rolante. O conjunto formado pelo tubo extensor e cateter foi preenchido com 5 mL de solução de heparina 1:50 a qual era aspirada antes da colheita da amostra sanguínea e reintroduzida após esta ter sido realizada, era retirado 20 ml de sangue e desprezados, os próximos 5ml era coletado para amostragem O sangue colhido foi então depositado em tubos para colheita de sangue BD Vacutainer, contendo heparina de lítio e gel separador. De cada equino foram colhidas amostras de 3,0 mL de sangue para determinação de lactato (mMol/L) por meio de equipamento de hemogasometria². As colheitas foram realizadas em repouso e após iniciar-se o TEP com os animais ainda em hiperlactatemia, assim como ao final de cada incremento de velocidade e ao final do período de desaquecimento.

3.4 Treinamento

O treinamento foi realizado em seis semanas, durante as quais cada cavalo foi submetido, em dias alternados, a cinco sessões bissemanais de 40 minutos de treinamento em esteira. A velocidade utilizada foi baseada na velocidade individual na qual a concentração de lactato atingiu o nível mais baixo, denominada velocidade do lactato mínimo (VLM), determinada no primeiro TEP. Para minimizar a ocorrência de lesões o treinamento foi implantado de modo progressivo, sendo que durante as três primeiras sessões a velocidade foi de 80% da VLM com a esteira no plano horizontal. Entre a quarta e a sexta sessões, a velocidade foi igual a 100% da VLM, com 2% de inclinação. A partir da sétima sessão a esteira foi inclinada a 5%, a qual foi mantida até a conclusão do treinamento. Ao final do treinamento, os cavalos foram submetidos a um segundo TEP, semelhante ao primeiro, para avaliação do condicionamento físico.

¹ Angiocatt, BD Ind.Cirúrgicas Ltda., Juiz de Fora, MG

² Cobas b 123 Instrument with Auto QC, CO-Oximeter, Roche Diagnostic GnbH, Germany

3.5 Avaliação ultrassonográfica

duas avaliações ultrassonográficas ocorreram antes e após o treinamento. O exame ultrassonográfico se focou nas estruturas da face palmar da região metacarpiana: tendão flexor digital superficial (TFDS), tendão flexor digital profundo (TFDP), ligamento acessório inferior (LAI) e ligamento suspensor do boleto (LSB). A realização destas ultrassonografias, procedeu-se a ampla tricotomia regional. Após a tricotomia, os animais foram encaminhados para a avaliação ultrassonográfica, realizada mediante aplicação de gel específico.

Os exames foram realizados com a utilização do aparelho MyLab™30 VET (Esaote PA, Genova, Ligúria, Itália) transdutor linear de 7,5 MHz. Foi realizada a varredura da superfície palmar metacarpiana, identificando as estruturas observadas no sentido proximal a distal, efetuando cortes transversais e longitudinais, conforme a orientação do transdutor.

Para análise e quantificação das estruturas do membro torácico, a superfície cutânea sobre as estruturas tendíneas e ligamentares foi dividida em três regiões: proximal (I), medial (II) e distal (III), as quais, por sua vez, foram subdivididas em segmentos, a saber, zona IA, 0 – 4 cm; zona IB, 4 – 8 cm; zona IIA, 8 – 12 cm; zona IIB, 12 – 16 cm; zona IIIA, 16 – 20 cm; zona IIIB, 20 – 24 cm; e zona IIIC, 24 – 28 cm. A demarcação das regiões iniciava-se na protusão externa do osso acessório do carpo e se estendia até o osso sesamoide proximal (Figura 1).

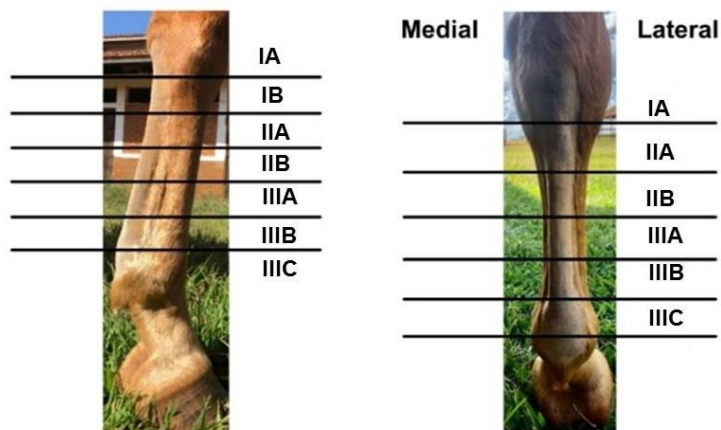


Figura 1. Visão lateral e medial das zonas de avaliação ultrassonográfica dos membros tóxicos na região palmar do metacarpo.

3.6 Análise de imagens ultrassonográficas

Para o estudo quantitativo da ecogenicidade e ecotextura, as imagens obtidas nos exames ultrassonográficos foram avaliadas com auxílio de software (Imagem-Pro plus®). Foi obtido a média dos valores numéricos de densidade óptica e heterogeneidade em pixels.

As imagens foram convertidas em jpeg, e passada para o software, através da calibragem de cada imagem. Em seguida as imagens foram analisadas em círculos, sabendo que para os cortes transversais e longitudinais foram utilizadas seis círculos de 1,74287 mm e 3,5536442 mm, respectivamente (Figura 2 e Figura 3).

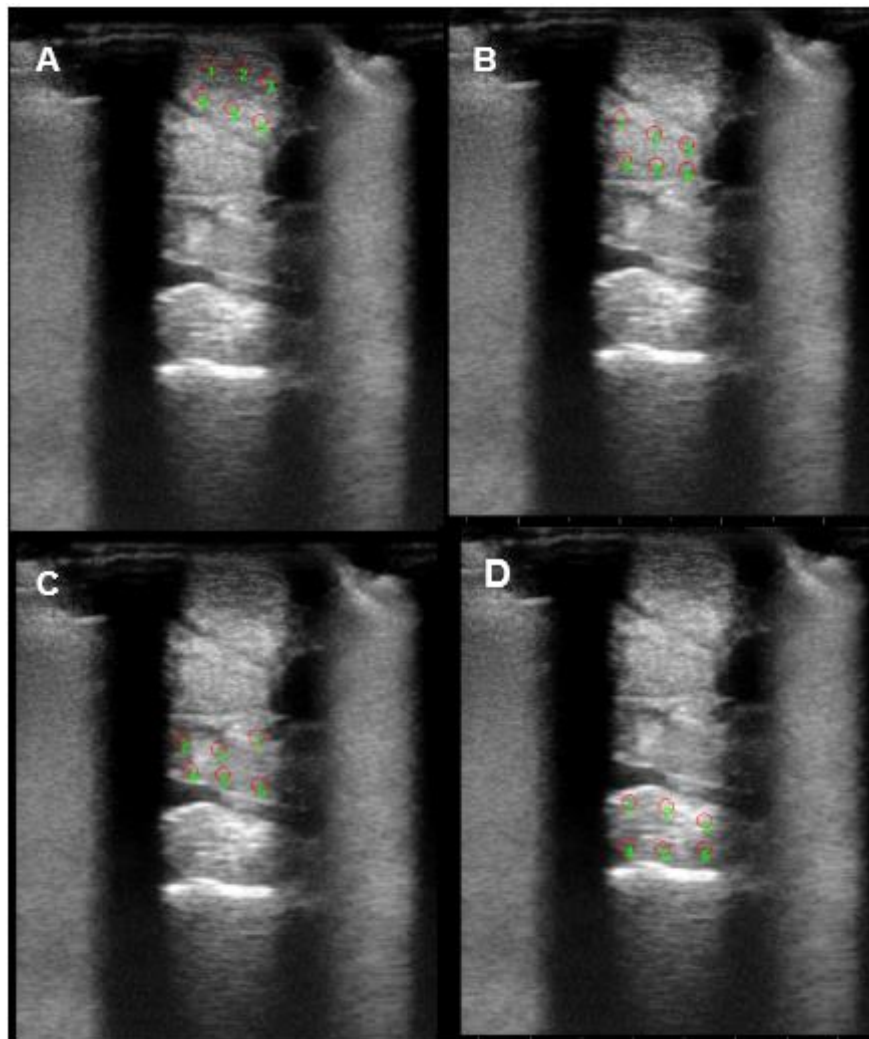


Figura 2. Imagens de cortes transversais realizados na zona IIA mostrando círculos de 1,74287 mm de diâmetro a representar as áreas de análise utilizadas pelo Programa Imagen Pro Plus®. **A:** TFDS. **B:** TFDP. **C:** LAI. **D:** LSB.

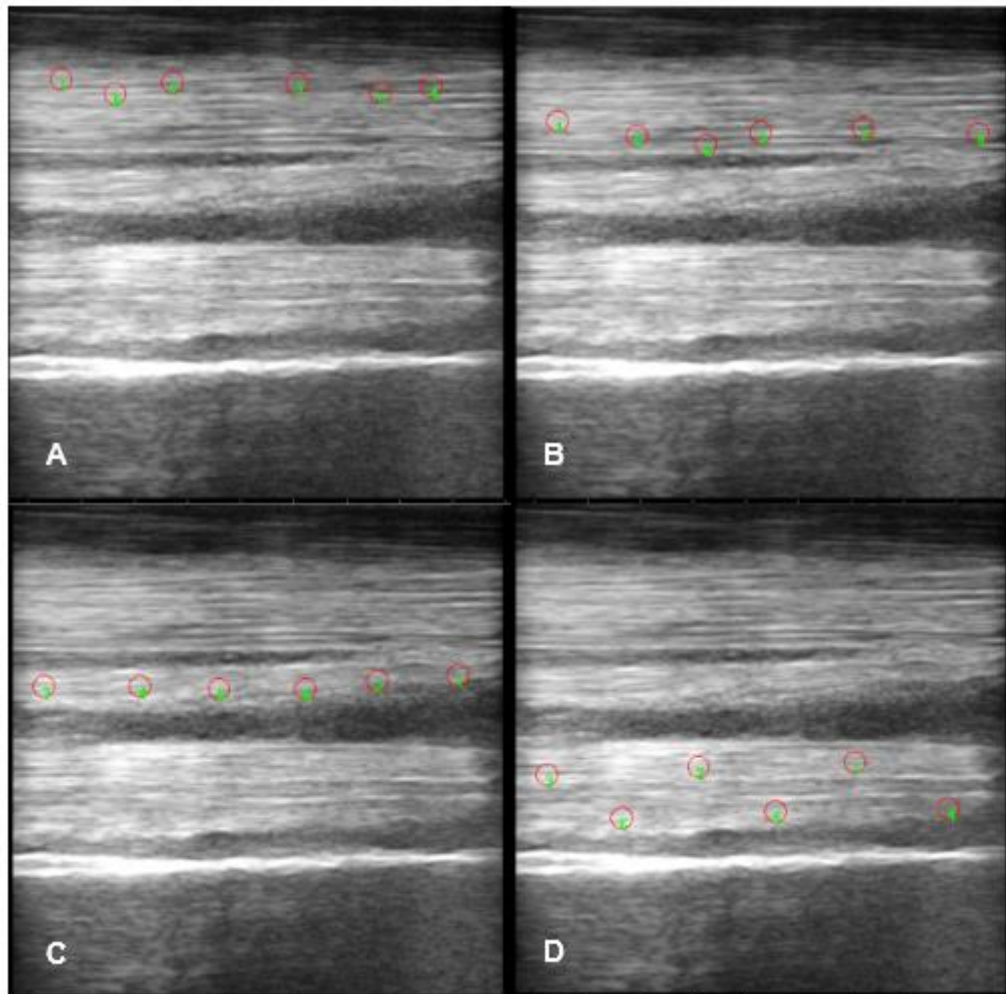


Figura 3. Imagens de cortes longitudinais realizados na zona IIA, com adição de círculos de 3,5536442 mm de diâmetro a representar as áreas de análise utilizadas pelo Programa Imagen Plus®. **A:** TFDS. **B:** TFDP. **C:** LAI. **D:** LSB.

As avaliações foram realizadas em cortes transversais e longitudinais, elencando-se as seguintes variáveis: densidade óptica (DO) média, heterogenicidade e área de secção transversal (AST). Por meio do programa foram mensuradas manualmente a AST de cada estrutura no corte transversal.

Os valores obtidos para cada uma das variáveis foram tabulados em planilhas de Excel, e posteriormente submetidos aos testes de normalidades dos resíduos (Teste de Shapiro-Wilk, $p < 0,05$) e homocedasticidade das variâncias (Levene, $p < 0,05$) para atender os pressupostos da análise de variância (ANOVA). Como todas as variáveis avaliadas atenderam aos pressupostos básicos, a transformação de dados não foi necessária.

Para análise estatística dos resultados, foi empregada Análise de Variância

(ANOVA) realizada por meio do teste F ($p < 0,05$). Quando diferenças significativas foram observadas para determinada variável, foi realizado o teste de média, teste T ($p < 0,05$). Todas as análises foram realizadas pelo software Sisvar® versão 5.3 (Ferreira, 2011).

Realizou-se análise comparativa das alterações morfofuncionais dos tendões e ligamentos: antes e após o treinamento, entre o membro direito e o esquerdo, e na interação entre período da análise (antes e após) e *versus* membro (direito e esquerdo) e na interação de treinamento entre os membros.

4. RESULTADOS

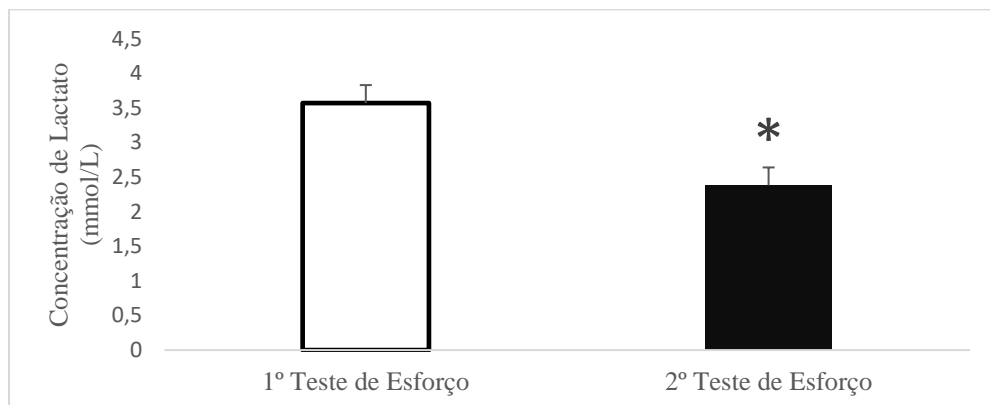


Figura 4. Médias das concentrações totais de lactato (mMol/L) calculadas para cada um dos testes de esforço acompanhadas do erro padrão da média. *O asterisco representa diferença estatística entre os valores obtidos a 5% de significância.

Nas avaliações ultrassonográficas longitudinais realizadas antes (AT) e após (PT) o treinamento, observou-se que as densidades ópticas (DO) dos tendões flexores digitais foram, em geral, maiores antes do treinamento. Os valores observados de DO do TFDS que diferiram estatisticamente foram observadas nas regiões IB (AT 115,1 / PT 87,69), IIIB (AT 81,29 / PT 48,59) e IIIC (AT 110,65 / PT 56,00). Por sua vez, em relação ao TFDP, as DO diferiram nos seguimentos IA (AT 91,64 / PT 58,46), IB (AT 133,07 / PT 103,49), IIA (AT 113,48 / PT 82,0) e IIIA (AT 93,87 / PT 56,05) (Tabela 1)

(Figura 5).

Tabela 1: Densidade óptica (DO) média dos tendões flexores digitais superficiais (TFDS) e profundo (TFDP) dos membros torácicos observados ao corte longitudinal, distribuídos por região, em exames ultrassonográficos realizados antes (AT) e após (PT) seis semanas de treinamento em esteira rolante. Jaboticabal, SP, 2021.

Zona	Momento	DO média	
		TFDS	TFDP
IA	AT	87,82	91,64 ^a
	PT	63,44	58,46 ^b
IB	AT	115,10 ^a	133,07 ^a
	PT	87,69 ^b	103,49 ^b
IIA	AT	91,97	113,48 ^a
	PT	69,54	82,00 ^b
IIB	AT	71,77	83,42
	PT	56,98	66,11
IIIA	AT	81,29	93,87 ^a
	PT	48,59	56,05 ^b
IIIB	AT	81,29 ^a	83,65
	PT	48,59 ^b	74,39
IIIC	AT	66,27 ^a	110,65 ^a
	PT	40,46 ^b	56,00 ^b

Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas entre os momentos de análise

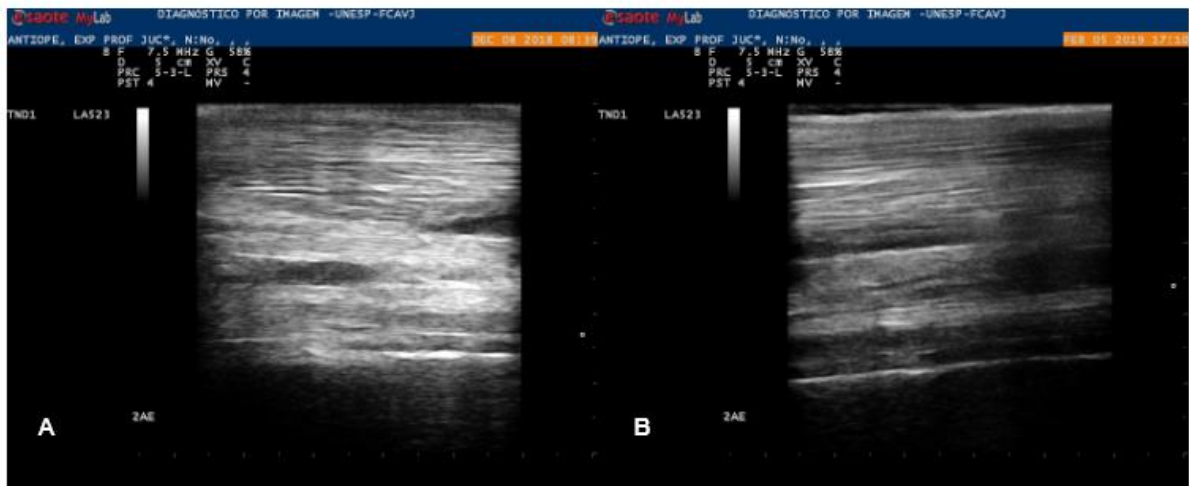


Figura 5. Imagens ultrassonográficas representando o corte longitudinal da zona IIA. **A:** Membro torácico esquerdo antes do treinamento. **B:** Membro torácico esquerdo após o treinamento.

Em avaliações ultrassonográficas longitudinais, realizadas antes (AT) e após (PT) o treinamento, observou-se que a DO dos ligamentos acessório inferior (LAI), suspensor do boleto (LSB) e anular diminuíram após o treinamento. Os valores observados de DO do LAI que diferiram estatisticamente foram observados nas regiões IA (AT 64,90 / PT 36,71) e IB (AT 112,85 / PT 68,86). Em relação ao ligamento suspensor do boleto (LSB), houve diferença nas regiões IA (AT 42,96 / PT 22,86), IB (AT 87,21 / PT 42,70), IIA (AT 97,52 / PT 64,08) e, na divisão do LSB, em IIB (AT 86,94 / PT 55,56). No ligamento anular (LA) houve diferença estatística na zona IIIC (AT 66,27 / PT 40,46) assim como antes do treinamento entre o membro direito (52,66) e o esquerdo (79,88). Os valores de DO média de LAI, LSB e LA estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Densidade óptica (DO) média dos ligamentos frenador inferior (LFI), suspensor do bolete (LSB) e anular dos membros torácicos observados ao corte longitudinal, distribuídos por região, em exames ultrassonográficos realizados antes (AT) e após (PT) seis semanas de treinamento em esteira rolante. Jaboticabal, SP, 2021.

Zona	Momento	DO média		
		LAI	LSB	LA
IA	AT	64,90 ^a	42,96 ^a	-
	PT	36,71 ^b	22,86 ^b	-
IB	AT	112,85 ^a	87,21 ^a	-
	PT	68,86 ^b	42,70 ^b	-
IIA	AT	107,46	97,52 ^a	-
	PT	77,72	64,08 ^b	-
IIB	AT	-	89,94 ^a	-
	PT	-	55,56 ^b	-
IIIA	AT	-	-	-
	PT	-	-	-
IIIB	AT	-	-	-
	PT	-	-	-
IIIC	AT	-	-	66,27 ^a
	PT	-	-	40,46 ^b

Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas entre momentos de análise

As diferenças na DO média encontradas no corte longitudinal dos ramos lateral e medial do ligamento suspensor do bolete (RLSB) dos membros torácicos esquerdo e direito ocorreram na zona IIIB. Quando comparou-se os valores totais da DO média dos RLSB dos membros esquerdo e direito, observou-se menor DO média nos ramos do membro direito (24,90) do que no membro esquerdo (52,14). Também observou-se diferença antes do treinamento entre o membro direito (26,59) e o esquerdo (67,06).

Na avaliação ultrassonográfica transversal da região metacarpiana dos membros torácicos, pode-se observar diferença estatística nos valores médios de DO

do TFDP na zona IA antes do treinamento entre os membros direito (87,42) e esquerdo (123,48). Após o treinamento observou-se diferença na DO entre os membros direito (79,57) e esquerdo (125,16). Na zona IIB observou-se diferença entre antes (114,56) e após (83,82) o treinamento.

No LS houve diferença estatística na zona IA antes (55,20) e após (34,89) o treinamento, enquanto na zona IB foram observadas diferenças entre antes (77,40) e após (53,99) o treinamento.

No RLSB houve diferenças estatísticas na zona IIB antes (84,57) e após (60,30) o treinamento. No geral, observou-se diferenças entre os membros direito (83,13) e esquerdo (62,94) sem influência do treinamento. Observou-se ainda, antes do treinamento, diferenças na DO entre os membros direito (101,40) e esquerdo (69,43).

Na avaliação ultrassonográfica longitudinal, ao se avaliar ultrassonograficamente a heterogeneidade das estruturas tenoligamentres observaram-se diferenças estatística ocorrendo entre antes (AT) e após (PT) o treinamento. Estas diferenças foram observadas na zona IIIC do TFDP (AT 0,18 / PT 0,25); no LAI a diferença se manifestou na zona IA (AT 0,21 / PT 0,14); no RLSB a diferença ocorreu na zona IIIA (AT 0,27 / PT 0,19) e na zona IB do LS (AT 0,22 / PT 0,16).

Na avaliação ultrassonográfica da heterogenicidade ao corte transversal observou-se diferença estatística na zona IIB do TFDP (AT 0,17 / PT 0,26) e na zona IIIC do TFDS (AT 0,13 / PT 0,17).

À análise das AST observou-se diferença significativa na zona IA do LS (AT 111,02 / PT 80,38) e na zona IIIA do TFDP (AT 85,51 / PT 103,81).

5. DISCUSSÃO

A presente pesquisa demonstrou que o treinamento guiado pelo lactato determinado em TEP, durante seis semanas, melhorou o condicionamento físico dos equinos sendo adequado para a indução de adaptações metabólicas associadas a

produção de energia e conseqüente melhoria no aproveitamento do lactato. Os exames ultrassonográficos aliados a avaliações quantitativas realizados antes e após o treinamento mostraram a promoção de alterações estruturais em diferentes zonas de tendões e ligamentos tanto ao corte longitudinal como transversal, mas não na AST.

Está bem demonstrado que o exercício recorrente é capaz de melhorar a capacidade física por meio de adaptações em inúmeros sistemas orgânicos (Rivero, 2007; Campbell, 2011). No entanto, não foram encontrados estudos que reportassem o emprego da VLM no treinamento de resistência de cavalos, embora a metodologia tenha sido empregada em TEP nesta espécie tanto a campo (Gondin et al., 2007) como em esteira rolante (Soares et al., 2014). Por sua vez, o emprego da VLM já se mostrou eficaz no treinamento de humanos (Carter et al., 1999) e os resultados do presente trabalho demonstram que o emprego desta variável foi útil na melhoria da capacidade metabólica de equinos à medida que aumentou o aproveitamento de substratos energéticos, haja vista a menor concentração sanguínea de lactato no TEP realizado após a conclusão do treinamento, fato este atribuído ao desenvolvimento de equilíbrio metabólico entre a produção e remoção do lactato, ou seja, do seu melhor aproveitamento como substrato energético.

Em relação às respostas adaptativas observadas em estruturas tendíneas e ligamentos, a literatura é taxativa ao afirmar que os tendões perdem sua habilidade adaptativa em equinos após a maturidade esquelética (Smith et al., 1999), caso dos cavalos deste trabalho, todos acima de quatro anos, que estavam a pasto, sem treinamento, há pelo menos um ano, possivelmente com diminuição da competência funcional, conforme observação *in vitro* (Arnoczky et al., 2007). Porém, contrariando o exposto pelos autores acima, observou-se que os equinos deste trabalho, sofreram alterações de caráter adaptativo caracterizadas por diminuição da ecogenicidade e heterogenicidade.

Nos casos assintomáticos, nos quais não são observados aumentos de temperatura, volume e sensibilidade locais, é de extrema dificuldade para o clínico identificar qualitativamente, em exames de rotina, se as alterações na ecogenicidade observadas em tendões e ligamentos são processos decorrentes da adaptação natural que se desenvolve em resposta ao exercício ou se constituem indícios

precoces do desenvolvimento de lesão. Na avaliação isolada e sem a possibilidade de se basear num valor de referência ou em resultados de histologia, a precisão do diagnóstico é perdida ou se torna praticamente impossível. Embora promissoras, as avaliações quantitativas também não conseguem ainda resolver esta questão de forma clara e objetiva até porque existem muito poucas pesquisas utilizando a tecnologia digital neste tipo de avaliação. Na presente investigação, encontrou-se, ao corte transversal, diminuição da ecogenicidade em todas as sete zonas de subdivisão dos tendões flexores digitais superficial e profundo após o treinamento, das quais, para o TFDS foram significativos os achados nas zonas IB, IIIB e IIIC, enquanto para o TFDP, as significâncias se deram em IA, IB, IIA, IIIA e IIIC. Ao corte transversal, as alterações significativas se deram apenas no TFDP entre os membros direito e esquerdo que ocorreram antes do treinamento e depois deste. Achados de hipoecogenicidade semelhantes a estes foram reportados por Gillis et al. (1993) em avaliações ultrassonográficas qualitativas realizadas em seis cavalos Puro Sangue Inglês de corrida após quatro meses de treinamento. Entretanto, estes achados não foram associados a processos adaptativos uma vez que entre os equinos estudados, dois apresentaram sinais de tendinite. No entanto, no presente trabalho, os achados de hipoecogenicidade não foram associados a tendinites, uma vez que nenhum equino apresentou sinais de lesão e, devido a isto, acredita-se, são sinais de processos adaptativos. Segundo Birch et al. (1999), o conteúdo de colágeno do tendão varia muito pouco com a idade e o exercício, porém outros componentes da matriz extracelular como glicosaminoglicanas são mais lábeis e, segundo nossa óptica, esta variabilidade na constituição poderia justificar, ao menos parcialmente, a diminuição encontrada na ecogenicidade neste trabalho.

Para os ligamentos frenador inferior, suspensor do boleto e anular também se observou, nos exames realizados logo após o treinamento, diminuição da ecogenicidade em todas as estruturas, a qual foi significativa, no caso do LFI para as zonas IA e IB e no caso do LSB, em todas as zonas dispostas anteriormente a ramificação (IA, IB, IIA, IIB), assim como na altura da zona IIIB para os ramos lateral e medial. Em relação ao ligamento anular (LA), encontrado na zona IIIC, também se observou hipoecogenicidade após o treinamento. Em geral, as características clínicas das desmites podem ser definidas a palpação pela identificação da estrutura

acometida que se encontrará rígida, dolorida e inchada, além da claudicação (Van den Belt et al., 1993), porém nenhuma destes achados foi encontrado nos cavalos da presente pesquisa, mesmo após se passarem oito semanas o que nos leva a atribuir tais achados a resposta ao treinamento.

Com relação à heterogenicidade, não se encontrou estudos que fizeram essa análise utilizando software de imagem. No entanto, considerando que a heterogeneidade sugere alteração na organização das fibras tendíneas (Booth e Thomason, 1991), este achado, embora sugestivo de lesão, também pode ser indicativo de adaptação. Houve alteração ao corte transversal do TFDS da zona IIIC, LAI da zona IA, LS da zona IB e RLS da zona IIB. Já no corte longitudinal houve no TFDS na zona IIIC e TFDP da zona IIA.

Ao estudar-se a AST, observou-se aumentos significativos apenas na zona IA do LS e na zona IIIA do TFDP após o treinamento, o que considerou-se de pouco valor para o estabelecimento de relação com a resposta adaptativa, haja vista as descrições efetuadas por outros autores de que ao longo dos tendões flexores podem ser observadas diferenças de diâmetro entre as zonas tendíneas estudadas (Aristizábal et al., 2005; Reis e Baccarin, 2010). Porém, cumpre destacar, a literatura reporta aumentos na AST em cavalos submetidos a treinamento. Gillis et al. (1993) observaram aumento na AST de tendões flexores de cavalos submetidos a quatro meses de treinamento em pista de turfe, Reis e Baccarin (2010) registraram aumento do TFDS do membro esquerdo em cavalos PSI submetidos a treinamento para corrida de turfe quando estes eram treinados no sentido anti-horário, Birch et al. (1999) estudaram, por meio de exames ultrassonográficos, os tendões de dois grupos de equinos treinados em esteira rolante durante cinco e 18 meses nos quais observaram resposta hipertrófica caracterizada por aumento da AST. Kasashima et al. (2002) também observaram aumento da AST em cavalos PSI treinados em esteira durante mais de um ano quando estes foram comparados aos do grupo controle que permaneceram pelo mesmo período a pasto. Ou seja, é bem nítido que o treinamento promove aumento da AST e o fato deste resultado não ter sido encontrado na presente pesquisa se deve possivelmente ao curto período de treinamento de seis semanas, suficiente para promoção de alterações na textura tendínea, mas insuficiente para promover aumento na AST.

6. CONCLUSÕES

Considerando os resultados obtidos neste trabalho, é possível afirmar que o treinamento de seis semanas guiado pelo lactato determinado em TEP, com base no teste do lactato mínimo, foi capaz de melhorar a capacidade física de equinos atletas, assim como promover hipoecogenicidade e heterogenicidade de estruturas tendíneas e de ligamentos;

O período de seis semanas de treinamento não foi capaz de aumentar a área de secção-transversa dos tendões flexores digital e profundo e dos ligamentos frenador inferior, suspensor do boleto e anular;

A análise quantitativa constitui ferramenta de grande utilidade na interpretação de imagens ultrassonográficas, mas ainda requer a complementação de análises histológicas para diferenciação entre mecanismos adaptativos e lesão.

Mais trabalhos sobre este tema, com o uso de ferramentas digitais de análise quantitativa, se fazem necessários para melhoria do conhecimento a lesão tendínea e da resposta adaptativa de tendões e ligamentos ao exercício e treinamento.

7. REFERÊNCIAS

Augusto AQ, Pachaly, JR (2000) Descrição das imagens observadas na ultrasonografia. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da Unipar**, Umuarama, 3(1): 67-70.

Aristizábal FA, Souza MV, Aranzales, JRM, Ribeiro-Junior JI (2005) Valores biométricos obtidos por ultra-sonografia dos tendões flexores e ligamentos acessório inferior e suspensório da região metacárpica palmar de cavalos Mangalarga Marchador. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 57(2):156-162.

Arnoczky SP, Lavagnino M, Egerbacher M, Caballero O, Gardner K (2007) Matrix

metalloproteinase inhibitors prevent a decrease in the mechanical properties of stress-deprived tendons: an in vitro experimental study. **American Journal of Sports Medicine** 35(5):763-9.

Barr F (1990) Principles of diagnostic ultrasound. **Diagnostic ultrasound in the dog and cat**. London: Blackwell Scientific Publications, p. 1-20

Bayly WM (1986). Blood lactate measurements. International Conference for Equine Sports **Medicine Veterinarians**, San Diego, California. *Proceedings...* 11-23 agosto, 54-55.

Birch HL, McLaughlin L, Smith R KW, Goodship AE (1999) Treadmill exercise-induced tendon hypertrophy: assessment of tendons with different mechanical functions. **Equine Veterinary Journal** 30:222-226.

Booth FW, Thomason DB (1991) Molecular and cellular adaptation of muscle in response to exercise: perspectives of various models. **Physiological Reviews** 71(2):541-585.

Bubeck KA, Aarsvold S (2018) Diagnosis of soft tissue injury in the sport horse. **Veterinary Clinics of North America Equine Practice** 34:215-234.

Busoni V, Heimann M, Trenteseaux J, Snaps F, Dondelinger RF (2005) Magnetic resonance imaging findings in the equine deep digital flexor tendon and distal sesamoid bone in advanced navicular disease: an ex-vivo study. **Veterinary Radiology and Ultrasound** 46:229-86.

Cartee RE (1995) The physics of ultrasound. **Practical veterinary ultrasound**. Williams & Wilkins, p.1-8.

Campbell EH (2011) Lactate-driven equine conditioning programmes. **Veterinary Journal** 2(190):199-207.

Carter H, Jones A.M, Doust J.H (1999) Effect of 6 weeks of endurance training on the lactate minimum speed. **Journal of Sport Sciences** 17(12):957-967.

Clegg PD (2012) Musculoskeletal disease and injury, now and in the future. Part 2:

tendon and ligament injuries. **Equine Veterinary Journal** 3(44):371-375.

Cogger N, Perkins N, Hodgson DR, Reid SWJ, Evans DL (2006) Risk factors for musculoskeletal injuries in 2-year-old Thoroughbred racehorses. **Preventive Veterinary Medicine** 74(1):36-43.

Färnqvist K, Pearson S, Malliaris P (2020) Adaptation of tendon structure and function in tendinopathy with exercise and its relationship to clinical outcome. **Journal of Sport Rehabilitation** 29:107-115.

Ferrer GA, Miller RM, Yoshida M, Wang JH, Musahl V, Debski RE (2020) The correlation of quantitative ultrasound measures and supraspinatus tendon quality: a pilot study. **Journal of Medical Ultrasound** 28(3):162-8.

Fernandes MAL, Alves GES, Souza JCA (2003) Efeito do ultra-som terapêutico em tendinite experimental em eqüinos: estudo clínico, ultra-sonográfico e histopatológico de dois protocolos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 55(1): 27-34.

Genovese RL, Simpson BS, Rantanen NW (1990) Clinical experience with quantitative analysis of superficial digital flexor tendon injuries in Thoroughbred and Standardbred racehorses. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice** 1(6):129-145.

Gillis CL, Meagher DM, Pool RR, Stover SM, Craychee TJ, Willits N. (1993) Ultrasonographically detected changes in equine superficial digital flexor tendons during the first months of race training. **American Journal of Veterinary Research** 54(11):1797-1802.

Gillis CL, Meagher DM, Pool RR, Stover SM, Craychee TJ, Willits N (1995) Ultrasonographic cross-sectional area and mean echogenicity of the superficial and deep digital flexor tendons in 50 training Thoroughbred racehorses. **American Journal of Veterinary Research** 56(10):1265-1269.

Greig CR, Brass KE, Oliveira FGD, La Corte F, Desessards F, Silva JH, Silva CAM (2005) Relevância da ultra-sonografia dos tendões flexores em cavalos Puro Sangue de corrida na adaptação ao treinamento. **Ciência Rural** 35(4):832-836.

Gondim FJ, Zoppi CC, Pereira-da-Silva L, Macedo DV (2007) Determination of the anaerobic threshold and maximal lactate steady state speed in equines using the lactate minimum speed protocol. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology** 3(146):375-380.

Kasashima Y, Smith RK, Birch HL, Takahashi T, Kusano K and Goodship AE (2002) Exercise-induced tendon hypertrophy: cross-sectional area changes during growth are influenced by exercise. **Equine Veterinary Journal** 34:264-268.

Kalisiak O (2012) Parameters influencing the prevalence and outcome of tendonitis in Thoroughbred and Arabian racehorses. **Polish Journal of Veterinary Science** 15:111-8.

Lacerda-Neto JC, Freitas JMR, Poggiani FM, Dias DPM, Bernardi NS, Ribeiro G, Palmeira-Borges V (2013) Serial superficial digital flexor tendon biopsies for diagnosing and monitoring collagenase-induced tendonitis in horses. **Pesquisa Veterinária Brasileira** 33(6):710-18.

Lam KKH (2013) Comparative epidemiology of tendon injuries indifferent racing disciplines. **Veterinary Journal** 6:195-265.

Lam KH, Parkin TDH, Riggs CM, Morgan KL (2007) Descriptive analysis of retirement of Thoroughbred racehorses due to tendon injuries at the Hong Kong Jockey Club (1992–2004). **Equine Veterinary Journal** 39(2):143-148.

Lustgarten M, Redding WR, Schnabel LV, Prange T, Seiler GS (2016) Navigational ultrasound imaging: a novel imaging tool for aiding interventional therapies of equine musculoskeletal injuries. **Equine Veterinary Journal** 48(2):195-200.

Maranhão RPA, Palhares MS, Melo UP, Rezende HHC, Braga CE, Silva-Filho JM, Vasconcelos MNF (2006) Afecções mais frequentes do aparelho locomotor dos eqüídeos de tração no município de Belo Horizonte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 58(1):21-27.

Maoudifard M (2008) Principles of ultrasonography of tendons and ligaments in the horse. **Iranian Journal of Veterinary Surgery**, 2nd ISVS supplement 72-81.

Millar NL, Watts AE, Akbar M, Hughes T, Kitson S, Gilchrist DS (2016) MicroRNA-29 at in equine tendinopathy: a translational target. **Equine Veterinary Journal** 48:27.

Moffat PA, Firth EC, Rogers CW, Smith RKW, Barneveld A, Goodship AE, Kawcak CE, McIlwraith CW, Van Weeren PR (2008) The influence of exercise during growth on ultrasonographic parameters of the superficial digital flexor tendon of young Thoroughbred horses. **Equine Veterinary Journal** 40(2):136-140.

Nyland TG, Mattoon JS, Wisner ER (1995) Physical principles, instrumentation, and safety of diagnostic ultrasound. **Veterinary Diagnostic Ultrasound** 3-18.

Park RD, Nyland TG, Lattimer JC, Miller CW, Lebel JL (1981) B-mode gray-scale ultrasound: imaging artifacts and interpretation principles. **Veterinary Radiology** 22: 204-210.

Parkin T, Boden L (2014) Epidemiology of orthopedic diseases in athletic horses. **Equine Sports Medicine and Surgery**. 2nd ed. New York: Saunders, p.61 – 8.

Peat FJ, Kawcak CE (2015) Musculoskeletal pathology. **Veterinary Clinics of North America Equine Practice** 31(2):407-424.

Perkins NR, Rogers CW, Firth EC, Anderson BH (2004) Musculoskeletal responses of 2-years-old Thoroughbred horses to early training. 3. In vivo ultrasonographic assessment of the cross-sectional area and echogenicity of the superficial digital flexor tendon. **New Zealand Veterinary Journal** 52(5):280-284.

Pinchbeck GL, Clegg PD, Proudman CJ, Stirk A, Morgan KL, French NP (2004) Horse injuries and racing practices in National Hunt racehorses in the UK: The results of a prospective cohort study **Veterinary Journal** 167(1):45–52.

Reardon RJM, Boden LA, Mellor DJ, Love S, Newton JR, Stirk AJ, Parkin, TDH (2013) Risk factors for superficial digital flexor tendinopathy in Thoroughbred racehorses in steeplechase starts in the United Kingdom (2001–2009). **Veterinary Journal** 195(3):325-330.

Reef VB, Martin BB, Elser A (1988) Types of tendon and ligament injuries detected

with diagnostic ultrasound: description and follow-up. In: ANNUAL CONVENTION OF AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS **Proceedings...** San Diego: AAEP, p. 245-248.

Reis AGMS, Baccarin RYA (2010) The cross-sectional area of the superficial digital flexor tendon of trained and untrained Thoroughbred racehorses. **Ciência Rural** 40(8):1786-1790.

Rivero JLL (2007) A scientific background for skeletal muscle conditioning in equine practice. **Journal of Veterinary Medical A Physiology Pathology Clinical Medicine** 54: 321-32.

Rose RJ, Evans DL (1990) Training horses – art or science? **Equine Veterinary Journal** S9(22):2-4.

Rooney JR, Genovese RL (1981) A survey and analysis of bowed tendon in Thoroughbred racehorses. **Journal of Equine Veterinary Science** 2(1):49- 53.

Smith RKW, Birch HL, Patterson-Kane J, Firth EC, Williams L, Cherdhutham W, van Weeren WR, Goodship AE (1999) Should equine athletes commence training during skeletal development? Changes in tendon matrix associated with development, ageing, function and exercise. **Equine Veterinary Journal** 30:201–9.

Soares OAB, Ferraz GC, Martins CB, Dias DPM, Lacerda-Neto JC, Queiroz-Neto A (2014) Comparison of maximal lactate steady state with V2, V4, individual aerobic threshold and lactate minimum speed in horses. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 66(1):39-46.

Sousa NR, Luna SPL, Pizzigatti D, Martins MTA, Possebon FS, Aguiar ACS (2017) Relation between type and local of orthopedic injuries with physical activity in horses. **Ciência Rural** 47(2):1-7.

Takahashi T, Kasashima Y, Ueno Y (2004) Association between race history and risk of superficial digital flexor tendon injury in Thoroughbred racehorses. **Journal of the American Veterinary Medical Association** 225(1):90-93.

Thorpe CT, Clegg PD, Birch HI (2010). A review of tendon injury: why is the equine superficial digital flexor tendon most at risk?. **Equine Veterinary Journal**. 42(2): 174-80

Ülke ÇG, Deniz S-I, Nureddin Ç (2020) Evaluation of return rates to races in racehorses after tendon injuries: lesion-related parameters. **Journal of Equine Veterinary Science** 87 doi.org/10.1016/j.jevs.2020.102931

Van Weeren PR, Back W (2016) Musculoskeletal disease in aged horses and its management. **Veterinary Clinics of North America Equine Practice** 32(2):229-247.

Van den Belt AJM, Becker CK, Dik KJ (1993) Desmitis of the accessory ligament of the deep digital flexor tendon in the horse: clinical and ultrasonographic features. A report of 24 cases. **Zentralblatt Veterinärmedizin A** 40:492-500.

Wells PNT (1969) The physical principles of ultrasonic diagnosis. London, New York, **Academic Press**, p.39.

Williams RB, Harkins LS, Hammond CJ, Wood JLN (2001) Racehorse injuries, clinical problems and fatalities recorded on British racecourses from flat racing and National Hunt racing during 1996, 1997 and 1998. **Equine Veterinary Journal**. 33(5):478–486.

Wilson J, Robinson R (1996) Equine soft tissue injuries associated with racing descriptive statistics from American racetracks. In: ANNUAL DUBAI INTERNATIONAL EQUINE SYMPOSIUM **Proceedings...** Dubai p.1-21.

APÊNDICE

Tabela 1A. Análise de variância da avaliação do ultrassom no corte longitudinal

	TFDS				TFDP				LATFDP				LS			
1 - A	D_max	D_média	D_min.	Het.	D_max	D_média	D_min.	Het.	D_max	D_média	D_min.	Het.	D_max	D_média	D_min.	Het.
T	3,665	3,67	3,273	0,002	7,075*	5,704*	7,529**	3,519	13,314**	9,549**	15,373**	7,403*	7,377*	6,131*	8,083**	1,397
M	0,442	0,225	0,199	0,001	0,829	0,596	0,673	0,8265	1,145	0,493	1,066	0,484	0,31	0,288	0,384	0,182
(T) x (M)	0,285	0,254	0,194	0,028	0,769	0,647	0,832	0,8014	2,114	1,047	2,13	1,417	0,358	0,407	0,47	0,202
1 - B	DI_1	DI_2	DI_3	Het.	DI_1	DI_2	DI_3	Het.	DI_1	DI_2	DI_3	Het.	DI_1	DI_2	DI_3	Het.
T	3,943*	4,937*	3,703	1,151	6,968*	7,431*	7,452*	0,407	16,311**	14,522**	18,830**	3,542	22,718**	19,734**	23,458**	4,256*
M	1,72	1,277	2,186	0,099	0,47	0,454	0,16	0,431	1,228	1,52	1,234	0,015	2,484	2,143	2,212	1,592
(T) x (M)	0,101	0,13	0,101	0,158	0,008	0,001	0,006	0,042	0,215	0,202	0,312	0,257	1,362	1,584	1,104	0,046
2 - A	DI_1	DI_2	DI_3	Het.	DI_1	DI_2	DI_3	Het.	DI_1	DI_2	DI_3	Het.	DI_1	DI_2	DI_3	Het.
T	2,051	2,797	1,742	0,163	3,231	4,448*	2,426	1,751	4,125*	4,142*	4,661*	0,37	4,618*	6,375*	3,355	0,436
M	1,283	1,344	1,187	0,057	0,629	0,634	0,62	0,546	1,338	1,977	0,987	2,612	1,293	1,615	0,969	0,264
(T) x (M)	0,097	0,264	0,034	0,801	0,056	0,198	0,07	1,951	0,129	0,174	0,172	0,536	0,7	0,745	1,068	0,074
2 - B	DI_1	DI_2	DI_3	Het.	DI_1	DI_2	DI_3	Het.	DI_1	DI_2	DI_3	Het.	DI_1	DI_2	DI_3	Het.
T	1,118	1,437	1,53	0,172	1,228	1,216	1,262	0,584	6,114*	5,238*	7,067*	0,843	5,759*	6,392*	5,295*	0,172
M	0,003	0,007	0,005	0,543	0,045	0,01	0,022	0,202	0,598	0,698	0,428	0,14	0,089	0,095	0,042	0,095
(T) x (M)	0,098	0,018	0,104	0,068	0,365	0,094	1,046	5,251*	0,414	0,244	0,55	0,33	0,746	0,701	0,694	0,51
3 - A	DI_1	DI_2	DI_3	Het.	DI_1	DI_2	DI_3	Het.	DI_1	DI_2	DI_3	Het.				
T	5,754*	7,028*	4,870*	0,004	7,228*	7,838*	4,284*	0,217	12,893*	10,933*	12,711*	4,250*				
M	0,015	0,009	0,035	0,241	0,09	0,001	0,51	3,836*	0,812	0,21	1,487	4,383*				
(T) x (M)	0,708	0,854	0,544	0,006	0,526	0,516	0,658	0,861	1,747	2,34	1,458	0,71				
3 - B	DI_1	DI_2	DI_3	Het.	DI_1	DI_2	DI_3	Het.	DI_1	DI_2	DI_3	Het.				
T	5,758*	7,024*	4,870*	0,004	0,287	0,492	0,528	0,109	3,089	4,068*	1,896	0,076				
M	0,015	0,009	0,035	0,241	1,988	1,576	2,764	1,332	9,002*	8,099*	8,574*	0,869				
(T) x (M)	0,708	0,854	0,544	0,006	0,726	1,226	0,635	0,345	1,874	1,536	3,161	3,639				
3 - C	DI_1	DI_2	DI_3	Het.	DI_1	DI_2	DI_3	Het.	DI_1	DI_2	DI_3	Het.				
T	10,041*	7,824*	9,598*	0,136	15,018**	17,051**	10,228*	6,293*	0,287	0,492	0,528	0,109				
M	1,623	1,233	2,358	0,865	1,732	1,168	2,259	0,433	1,988	1,576	2,764	1,332				
(T) x (M)	5,104*	3,739	7,180*	0,771	2,434	2,626	2,153	0,183	0,726	1,226	0,635	0,345				

TFDS: Tendão flexor digital superficial; TFDP: Tendão flexor digital profundo; LATFDP: Ligamento acessório do tendão flexor digital profundo; LS: Ligamento suspensor; LS- Ligamento suspensor, começa a se dividir; LA: Ligamento anular; LATFDP/TFDP: Ligamento acessório do tendão flexor digital profundo junto com o tendão flexor digital profundo; RLS: Ramo do ligamento suspensor

Tabela 2A. Análise de variância da avaliação do ultrassom no corte transversal

	TFDS					TFDP					LATFDP					LS				
1 - A	Área	DI_1	DI_2	DI_3	Heter.	Área	DI_1	DI_2	DI_3	Heter.	Área	DI_1	DI_2	DI_3	Heter.	Área	DI_1	DI_2	DI_3	Heter.
T	0,846	0	0,012	0,011	0,812	0,17	0,259	0,399	0,115	1,084	0,564	0,0863	0,58	0,625	0,312	5,139*	8,526**	9,978**	5,119*	0
M	0,031	1,695	1,76	1,466	0	2,712	11,023**	10,732**	9,912**	0,487	2,596	0,192	0,147	0,197	0,152	0,414	0,56	0,17	1,044	0,403
(T) x (M)	0,102	0,464	0,147	0,372	0,54	0,363	0,709	0,635	0,463	0,122	0,622	0,769	0,456	0,983	0,116	0,003	0,047	0,061	0,104	2,778
1 - B	Área	DI_1	DI_2	DI_3	Heter.	Área	DI_1	DI_2	DI_3	Heter.	Área	DI_1	DI_2	DI_3	Heter.	Área	DI_1	DI_2	DI_3	Heter.
T	0,004	2,324	3,29	1,023	2,332	0,296	0,275	0,602	0,006	3,155	1,346	2,534	3,807*	1,871	1,461	0,001	12,288**	10,252**	8,367**	0,061
M	1,773	1,158	0,967	1,337	0	0,168	1,217	1,043	1,428	1,098	0,002	1,303	0,667	1,471	1,601	0,151	0,031	0,017	0,029	0,356
(T) x (M)	0,528	0,546	1,016	0,306	1,63	0,309	1,361	1,198	1,232	0,376	0,273	0,141	0,133	0,006	0,524	0,988	0,914	0,581	0,564	0,397
2 - A	Área	DI_1	DI_2	DI_3	Heter.	Área	DI_1	DI_2	DI_3	Heter.	Área	DI_1	DI_2	DI_3	Heter.	Área	DI_1	DI_2	DI_3	Heter.
T	0,003	0,498	1,732	0,033	2,039	2,075	0,331	0,006	1,447	8,074*	2,141	0,805	1,276	0,321	0,309	1,147	1,007	1,908	0,62	0,166
M	0,167	0,735	0,969	0,519	0,032	0,595	0,844	1,417	0,751	0,011	0,497	0,019	0,033	0	0,196	0,549	0,05	0,001	0,026	0,122
(T) x (M)	0,661	0,892	1,001	0,553	0,018	0,11	0,146	0,254	0,139	2,963	0,17	0,379	1,247	0,266	1,796	1,34	0,299	0,092	0,301	0,584
2 - B	Área	DI_1	DI_2	DI_3	Heter.	Área	DI_1	DI_2	DI_3	Heter.	Área	DI_1	DI_2	DI_3	Heter.	Área	DI_1	DI_2	DI_3	Heter.
T	0,091	1,165	1,672	0,424	0,124	0,007	0,003	0,008	0,148	1,843	0,785	0,245	0,001	0,681	1,187	0,679	0,882	1,823	0,38	0,75
M	0,91	0,22	0,242	0,265	0,229	0,142	0,086	0,15	0	0,092	0,215	0,294	0,002	0,763	2,306	0,294	1,126	1,352	0,32	0,789
(T) x (M)	0,477	0,523	0,885	0,268	0,065	0,072	0,319	0,197	0,098	0,955	0,14	0,055	0,02	0,024	0,004	3,994*	0,193	0,085	0,269	2,031
3 - A	Área	DI_1	DI_2	DI_3	Heter.	Área	DI_1	DI_2	DI_3	Heter.	Área	DI_1	DI_2	DI_3	Heter.	Área	DI_1	DI_2	DI_3	Heter.
T	0,078	0,002	0,051	0,012	0,704	4,180*	0,04	0,233	0	1,149	1,767	4,150*	6,307*	3,336	0,172					
M	0,283	1,425	0,583	1,98	3,091	1,061	0,589	0,594	1,043	0,499	0,004	3,47	4,364*	4,115*	4,118*					
(T) x (M)	3,135	0,42	0,503	0,195	0,313	0,503	0,009	0,067	0,002	1,163	0,451	0,804	1,678	0,549	0,01					
3 - B	Área	DI_1	DI_2	DI_3	Heter.	Área	DI_1	DI_2	DI_3	Heter.	Área	DI_1	DI_2	DI_3	Heter.	Área	DI_1	DI_2	DI_3	Heter.
T	1,158	3,574	2,739	6,052*	2,339	0,237	4,110*	5,311*	2,868	0,804	0,184	0,033	0,027	0	0,002					
M	0,008	1,761	0,77	2,233	2,061	0,002	0,647	0,775	0,827	0,115	0,201	0,276	0,293	0,212	0,058					
(T) x (M)	0,003	0,296	0,656	0,382	0,422	2,369	0,004	0,095	0,001	1,945	0,947	0,194	0,079	0,352	0,966					
3 - C	Área	DI_1	DI_2	DI_3	Heter.	Área	DI_1	DI_2	DI_3	Heter.	Área	DI_1	DI_2	DI_3	Heter.	Área	DI_1	DI_2	DI_3	Heter.
T	0,123	2,091	1,982	1,672	0,26	0,284	0,101	0	0,334	5,002*	0,675	0,44	0,469	0,248	0,197					
M	0,272	0,725	0,791	0,669	0,108	0,128	1,29	0,828	2,16	2,692	2,224	0,045	0,133	0,007	0,235					
(T) x (M)	0,099	0,411	1,213	0,191	0,578	0,075	0,533	1,265	0,276	2,999	0,009	0,579	1,693	0,014	4,665*					

D.max: Densidade máxima; D.mÉdia: Densidade mÉdia; D.min: Densidade mÍnima; Het: Heterogenicidade; T: Tratamento; M: Membro ; (T)x(M): Tratamento versus membro; TFDS: Tendão flexor digital superficial; TFDP: Tendão flexor digital profundo; LATFDP: Ligamento acessório do tendão flexor digital profundo; LS: Ligamento suspensor; LS-: Ligamento suspensor ,começa a se dividir; LA: Ligamento anular; LATFDP/TFDP: Ligamento acessório do tendão flexor digital profundo junto com o tendão flexor digital profundo; RLS: Ramo do ligamento suspensor

Tabela 3a. Valores das médias no corte longitudinal

	TFDS		TFDP		LATFDP		LS	
1 - A	D_média	Het.	D_média	Het.	D_média	Het.	D_média	Het.
Antes (1)	87,82	0,17	91,64a	0,21	64,90a	0,21a	42,96a	0,17
Após (2)	63,44	0,16	58,46b	0,15	36,71b	0,14b	22,86b	0,14
M. direito	78,4	0,17	80,72	0,18	54,5	0,18	36,06	0,16
M. esquerdo	72,36	0,17	69,98	0,18	48,1	0,16	31,72	0,15
Antes x direito	90,27	0,17	93,6	0,21	65,97	0,21	47,81	0,18
Antes x esquerdo	85,86	0,16	90,08	0,2	64,05	0,21	39,08	0,17
Após x Direito	68,91	0,16	69,27	0,16	44,31	0,16	24,31	0,15
Após x Esquerdo	57,37	0,17	47,64	0,15	28,16	0,11	21,21	0,12
1 - B	D_média	Het.	D_média	Het.	D_média	Het.	D_média	Het.
Antes (1)	115,11a	0,15	133,07a	0,17	112,85a	0,2	87,21a	0,22a
Após (2)	87,69b	0,17	103,49b	0,19	68,86b	0,14	42,70b	0,16b
M. direito	109,51	0,16	122,96	0,17	98,61	0,18	73,94	0,21
M. esquerdo	95,57	0,16	115,64	0,18	86,22	0,17	59,27	0,17
Antes x direito	120,05	0,15	137,4	0,16	122,03	0,21	101,22	0,24
Antes x esquerdo	110,64	0,15	129,16	0,18	104,58	0,19	74,61	0,2
Após x Direito	97,66	0,18	106,7	0,18	72,27	0,14	43,24	0,17
Após x Esquerdo	78,83	0,17	100,62	0,19	65,83	0,15	42,22	0,14
2 - A	TFDS		TFDP		LATFDP/TFDP		LS	
2 - A	D_média	Het.	D_média	Het.	D_média	Het.	D_média	Het.
Antes (1)	91,97	0,21	113,48a	0,23	107,46	0,2	97,52a	0,19
Após (2)	69,54	0,22	82,00b	0,26	77,72	0,2	64,08b	0,2
M. direito	89,58	0,22	104,89	0,24	104,4	0,18	90,61	0,19
M. esquerdo	74,04	0,21	93	0,25	83,92	0,22	73,78	0,2
Antes x direito	96,61	0,23	116,29	0,24	117,66	0,18	112,09	0,18
Antes x esquerdo	87,8	0,2	110,95	0,22	98,28	0,23	84,41	0,19
Após x Direito	81,68	0,21	92,06	0,23	89,47	0,19	66,45	0,19
Após x Esquerdo	58,75	0,23	73,07	0,28	65,97	0,2	61,98	0,21
2 - B	TFDS		TFDP		LS		LS-	
2 - B	D_média	Het.	D_média	Het.	D_média	Het.	D_média	Het.
Antes (1)	71,77	0,21	83,42	0,25	89,94a	0,22	86,89	0,18
Após (2)	56,98	0,22	66,11	0,27	55,56b	0,2	47,32	0,16
M. direito	63,61	0,23	73,71	0,27	78,71	0,21	69,15	0,18
M. esquerdo	64,68	0,21	75,27	0,26	66,16	0,2	64,3	0,17
Antes x direito	72,45	0,23	85,56	0,29	100,04	0,24	97,71	0,2
Antes x esquerdo	71,16	0,2	81,51	0,22	80,96	0,21	78,48	0,16
Após x Direito	55,75	0,23	63,18	0,25	59,75	0,2	44,16	0,16
Após x Esquerdo	58,2	0,22	69,03	0,29	51,37	0,2	50,12	0,17
3 - A	TFDS		TFDP		RLS			
3 - A	D_média	Het.	D_média	Het.	D_média	Het.		
Antes (1)	81,29a	0,23	93,87a	0,27	81,91a	0,27a		
Após (2)	48,59b	0,23	56,05b	0,29	43,23b	0,19b		
M. direito	66	0,23	75,73	0,25	59,22	0,18a		
M. esquerdo	64,85	0,22	75,28	0,31	64,58	0,26b		
Antes x direito	89,35	0,23	100,81	0,25	91,78	0,22		
Antes x esquerdo	74,85	0,22	88,31	0,29	74,24	0,3		
Após x Direito	45,25	0,23	53,44	0,24	33,9	0,16		
Após x Esquerdo	52,35	0,22	59	0,33	53,72	0,22		

3 - B	D_média	Het.	D_média	Het.	D_média	Het.
Antes (1)	81,29a	0,23	83,65	0,25	48,17	0,2
Após (2)	48,59b	0,23	74,39	0,24	28,86	0,21
M. direito	66	0,23	70,12	0,23	24,90a	0,19
M. esquerdo	64,85	0,22	86,76	0,26	52,14b	0,22
Antes x direito	89,35	0,23	66,43	0,24	26,59a	0,15
Antes x esquerdo	74,85	0,22	97,43	0,26	67,06b	0,24
Após x Direito	45,25	0,23	73,81	0,22	23,41	0,22
Após x Esquerdo	52,35	0,22	74,9	0,27	35,09	0,19
	LA		TFDS		TFDP	
3 - C	D_média	Het.	D_média	Het.	D_média	Het.
Antes (1)	66,27a	0,18	110,65a	0,18a	83,65	0,25
Após (2)	40,46b	0,17	56,00b	0,25b	74,39	0,24
M. direito	48,75	0,16	73,29	0,21	70,12	0,23
M. esquerdo	59	0,19	84,98	0,22	86,76	0,26
Antes x direito	52,66a	0,15	86,57	0,18	66,43	0,24
Antes x esquerdo	79,88b	0,2	114,74	0,19	97,43	0,26
Após x Direito	44,85	0,17	60,01	0,24	73,81	0,22
Após x Esquerdo	35,52	0,17	51,5	0,26	74,9	0,27

TFDS: Tendão flexor digital superficial; TFDP: Tendão flexor digital profundo; LATFDP: Ligamento acessório do tendão flexor digital profundo; LS: Ligamento suspensor; LS- Ligamento suspensor, começa a se dividir; LA: Ligamento anular; LATFDP/TFDP: Ligamento acessório do tendão flexor digital profundo junto com o tendão flexor digital profundo; RLS: Ramo do ligamento suspensor; D.média: Densidade média; Het: Heterogenicidade.